

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS – UFSCar
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE – CCBS
DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO FÍSICA E MOTRICIDADE HUMANA - DEFMH
PROGRAMA INTERINSTITUCIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS
FISIOLÓGICAS - UFSCar/UNESP

JEAN CESAR ANDRADE DE SOUZA

**MORFOLOGIA DA ONDA DE PULSO DA PRESSÃO INTRACRANIANA
AVALIADA DE MODO NÃO INVASIVO EM INDIVÍDUOS ATIVOS E SAUDÁVEIS
APÓS EXERCÍCIO DE AGACHAMENTO REALIZADO COM AUXÍLIO DA FITA
DE SUSPENSÃO**

SÃO CARLOS - SP

2023

JEAN CESAR ANDRADE DE SOUZA

MORFOLOGIA DA ONDA DE PULSO DA PRESSÃO INTRACRANIANA AVALIADA
DE MODO NÃO INVASIVO EM INDIVÍDUOS ATIVOS E SAUDÁVEIS APÓS
EXERCÍCIO DE AGACHAMENTO REALIZADO COM AUXÍLIO DA FITA DE
SUSPENSÃO

Dissertação apresentada ao Programa Interinstitucional de Pós-Graduação em Ciências Fisiológicas associação ampla UFSCar/UNESP, para obtenção do título de Mestre em Ciências Fisiológicas.

Área de concentração: Ciências Fisiológicas.

Orientadora: Profa. Dra. Ana Cláudia Garcia de Oliveira Duarte.

SÃO CARLOS - SP

2023

FICHA CATALOGRÁFICA

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte. A diagramação deste documento seguiu as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) vigentes, de acordo com as diretrizes para apresentação de Dissertações e Teses da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar).

Souza, Jean Cesar Andrade de

Morfologia da onda de pulso da pressão intracraniana avaliada de modo não invasivo em indivíduos ativos e saudáveis após exercício de agachamento realizado com auxílio da fita de suspensão / Jean Cesar Andrade de Souza -- 2023.
124f.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de São Carlos, campus São Carlos, São Carlos
Orientador (a): Ana Cláudia Garcia de Oliveira Duarte
Banca Examinadora: Wladimir Rafael Beck, Danilo Augusto Cardim
Bibliografia

1. Exercício físico. 2. Pressão intracraniana. 3. Treinamento suspenso. I. Souza, Jean Cesar Andrade de. II. Título.

Ficha catalográfica desenvolvida pela Secretaria Geral de Informática (SIn)

DADOS FORNECIDOS PELO AUTOR

Bibliotecário responsável: Ronildo Santos Prado - CRB/8 7325

BANCA EXAMINADORA

MEMBROS TITULARES:

Profa. Dra. Ana Cláudia Garcia de Oliveira Duarte (DEFMH/UFSCar - Presidente)

Prof. Dr. Wladimir Rafael Beck (DCF/UFSCar)

Prof. Dr. Danilo Augusto Cardim (UTSW/UT)

MEMBROS SUPLENTE:

Prof. Dr. Guilherme Borges Pereira (DCF/UFSCar)

Prof. Dr. Fernando Fabrizzi (FAFIPE/FUNEPE)

FOLHA DE APROVAÇÃO



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

Centro de Ciências Biológicas e da Saúde
Programa Interinstitucional de Pós-Graduação em Ciências Fisiológicas

Folha de Aprovação

Defesa de Dissertação de Mestrado do candidato Jean Cesar Andrade de Souza, realizada em 10/03/2023.

Comissão Julgadora:

Profa. Dra. Ana Claudia Garcia de Oliveira Duarte (UFSCar)

Prof. Dr. Wladimir Rafael Beck (UFSCar)

Prof. Dr. Danilo Augusto Cardim (UTSW)

O Relatório de Defesa assinado pelos membros da Comissão Julgadora encontra-se arquivado junto ao Programa Interinstitucional de Pós-Graduação em Ciências Fisiológicas.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) - Brasil - Código de Financiamento 001.
(CAPES; processo nº: 88887.498519/2020-00).

DEDICATÓRIA

Dedico primeiramente este trabalho aos meus amados pais **Laudicesar Pinto de Souza** e **Joana Roseli Andrade de Souza** por sempre me incentivarem a buscar, perseverar e realizar meus sonhos.

À minha irmã **Julia Andrade de Souza** por todo carinho e admiração demonstrada em simples gestos e nos pequenos detalhes.

À minha namorada, confidente, companheira e amiga **Amanda Cunha dos Santos** pelo apoio incondicional em todos os momentos, principalmente naqueles de incerteza e dificuldades. Não foi fácil, mas sem você nada seria possível.

E aos meus familiares e amigos, que direta ou indiretamente, ajudaram-me a concluir esta etapa da viagem abordo deste trem bala chamado: “Vida”.

Sem todos vocês, não passo de poeira cósmica que se vai com um sopro, sem significado e sentido, sem rumo ou destino, sem lembrar ou ser lembrado, sem amar ou ser amado, sem ter... vivido.

Amo vocês!

AGRADECIMENTOS

Ao ler as inúmeras teses e dissertações depositadas nos diferentes repositórios das universidades espalhadas pelo nosso país e pelo mundo, a sessão de agradecimentos sempre me chamou atenção, pois neste breve momento, que muitas vezes é deixado ao acaso, está o verdadeiro sentido de tanto trabalho árduo dos pesquisadores. De fato, nessa curta mensagem de tom direto está contido sentimentos dos mais variados possíveis, num caldeirão que mistura tristezas, frustrações, alegrias e gratidão pelo término de mais uma etapa na busca do conhecimento, algo inacabado, nessa louca, porém recompensadora trajetória acadêmica. Sendo assim, antes de demonstrar minha gratidão eterna a aqueles que tanto ajudaram-me, aproveito esse espaço para contar um pouco sobre minha caminhada, pois este pode ser, talvez, o único momento que tenho para tal. Parto do final da graduação, onde a tão sonhada pós-graduação era motivo do brilho em meus olhos. Logo, o ingresso em dez de março de dois mil e vinte no programa de mestrado foi motivo de muita comemoração, alegria e euforia. No entanto, sete dias após a matrícula, foi anunciado que nosso país também começará a sofrer com as consequências, antes inimagináveis, da patologia que se espalhava, naquele que para os vivos seria um dos piores momentos da humanidade.

Provocando lockdown e inúmeras vítimas, tal patologia vierá a tomar algo de cada um. Não diferente, tomou-me cada amanhecer no campus, cada café com os colegas de laboratório, cada momento olho no olho com os professores, assim como a vida de várias pessoas. De fato, durante aproximadamente dois longos anos muitos foram os momentos em que acreditei, assim como todos, que voltaríamos a vida anterior a pandemia. Triste de nós! Afinal nada jamais seria como antes. Em meio a esse cenário por vezes a frustração e a ansiedade se fez presente pois parte das idealizações fomentadas anteriormente ao ingresso no programa não se concretizaram. No entanto, ainda que por vezes jogado à lona, sem forças, jamais deixei de acreditar, e isso devo as pessoas que aqui humildemente agradeço. Sem dúvida, faria tudo novamente, ainda que necessário por vezes desculpar-me, com as mesmas pessoas, no mesmo lugar, nessa mesma universidade que tanto amo. Sendo assim, não poderia deixar de agradecer aqueles que me sustentaram todo esse tempo.

Agradeço primeiramente à Deus, à Jesus Cristo e ao Espírito Santo, por serem porto seguro em meio as tempestades e turbulências da vida, concedendo-me a sabedoria necessária para concluir esta etapa. À mãe Maria, a Santa Rita, Santo Antônio e São Bento por intercederem por mim e meus estudos, iluminando meus passos e abrindo meus olhos para as perversidades do mundo.

Aos meus pais **Laudicesar Pinto de Souza** e **Joana Roseli Andrade de Souza**, minha irmã **Julia Andrade de Souza** e minha namorada **Amanda Cunha dos Santos** por nunca desistirem de mim. Meu coração e minha alma se encontram em vocês.

Aos meus familiares e amigos que pude fazer ao longo da vida e que carrego até aqui. Em especial meu avô **Lupercio Pinto de Souza** e meus amigos de quatro patas: **Foguinho** (*in memoriam*) e **Anakin**. Indubitavelmente, vocês sabem a importância que têm para mim.

A minha querida e admirada orientadora **Profa. Dra. Ana Cláudia Garcia de Oliveira Duarte**, por ter aberto as portas da universidade pública e do Laboratório de Nutrição e Metabolismo aplicados ao Exercício (LabNutri), confiado em meu trabalho e, por ter guiado meus passos acadêmicos.

Aos professores, doutores, parceiros de caminhada e amigos **Prof. Dr. Valter Mariano dos Santos Júnior** e **Prof. Dr. Jeferson Américo Ancelmo Teixeira**, pela sincera amizade. Sem dúvidas vocês me ajudaram a persistir e nunca desistir. A vocês meus mais sinceros e cordiais agradecimentos. Contém sempre comigo.

Aos meus companheiros de LabNutri, **Carla Nascimento dos Santos Rodrigues**, **Christopher Barsaque Garcia**, **Diego Adorna Marine**, **Jean Lucas Fernandes da Costa**, **João Manoel Alves**, **Marcela Sene-Fiorese**, **Marco Antônio de Lima**, **Phelipe Henrique Cardoso Castro**, **Vanessa de Oliveira Furino**, **Victor Vicente** e ao técnico **José Alves** por todos os momentos, experiências acadêmicas, amizade e pelas conversas regadas a café e entusiasmo. Jamais esquecerei de vocês e sempre buscarei honrá-los da melhor forma possível.

A todos os professores do Programa Interinstitucional de Pós-Graduação em Ciências Fisiológicas - PIPGCF, por todos os conhecimentos compartilhados. E ao secretário **Alexandre Prata Vieira Chiva**, por ser sempre prestativo e atencioso no atendimento.

Ao Centro Universitário de Votuporanga - UNIFEV, com todos seus profissionais e colaboradores representados pelo reitor **Prof. Dr. Osvaldo Gastaldon**, em especial **Emanuela da Silva Flores**, pelo auxílio na realização das coletas de dados, cedendo gentilmente o espaço físico e alguns materiais para a execução deste trabalho.

Aos membros titulares e suplentes da banca examinadora, por aceitarem participar do exame de qualificação e defesa desta dissertação, em especial ao **Prof. Dr. Wladimir Rafael Beck** e **Prof. Dr. Danilo Augusto Cardim** pelas considerações realizadas ao presente estudo.

A todos os voluntários que fizeram parte deste trabalho.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) pela concessão da bolsa de mestrado - **Código de Financiamento 001**.

A todos vocês, minha eterna gratidão. Obrigado!

EPÍGRAFE

*“A vida é pra quem sabe viver
Procure aprender a arte
Pra quando apanhar não se abater
Ganhar e perder faz parte*

*Levante a cabeça amigo a vida não é tão ruim
Um dia a gente perde, mas nem sempre o jogo é assim
Pra tudo tem um jeito, e se não teve jeito
Ainda não chegou ao fim*

*Mantenha a fé na crença se a ciência não curar
Pois se não tem remédio então remediado está
Já é um vencedor quem sabe a dor de uma derrota enfrentar
E a quem Deus prometeu nunca faltou
Na hora certa o bom Deus dará*

*Deus é maior, maior é Deus
E quem tá com ele, nunca está só
O que seria do mundo sem Ele*

*Chega de chorar
Você já sofreu demais, agora chega
Chega de achar que tudo se acabou*

*Pode a dor uma noite durar
Mas um novo dia sempre vai raiar
E quando menos esperar, clareou”*

RESUMO

SOUZA, J. C. A. de. Morfologia da onda de pulso da pressão intracraniana avaliada de modo não invasivo em indivíduos ativos e saudáveis após exercício de agachamento realizado com auxílio da fita de suspensão. 124f. Dissertação. (Mestrado em Ciências Fisiológicas) – Departamento de Educação Física e Motricidade Humana, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, São Paulo, Brasil, 2023.

A pressão intracraniana (PIC), pressão exercida dentro da cavidade craniana, pode ser alterada por afecções neurológicas e/ou sedentarismo. Todavia, o exercício físico é uma importante ferramenta não-farmacológica capaz de amenizar consequências provocadas por inúmeras patologias. Contudo, seus efeitos sobre a morfologia da onda de pulso da PIC, sobretudo após treinamento suspenso (TS) realizado com auxílio da fita de suspensão (FS), são pouco conhecidos. Assim, objetivamos caracterizar o exercício de agachamento realizado com auxílio da FS e suas consequências hemodinâmicas e a PIC baseada em um método de avaliação não invasivo, por meio de métricas de predição indireta do estado da dinâmica intracraniana. Compuseram a amostra 30 indivíduos (15 homens; 15 mulheres), entre 18 e 40 anos, fisicamente ativos e adaptados a exercícios resistidos. Foram realizadas análises sanguíneas, avaliações antropométricas e teste incremental para determinação do ponto de maior consumo de oxigênio (VO_{2pico}), seguidos de familiarização e sessão de TS. Esta sessão foi composta por 3 séries de agachamentos realizados com auxílio da FS, executados durante 1 minuto, com intervalos entre séries de 1 minuto, na qual pré, durante e imediatamente pós-exercício (3°, 6°, 9° e 12° minuto/pós-sessão) foram avaliadas a glicemia, concentração sanguínea de lactato ([Lac]), saturação de oxigênio (SpO_2), gasto energético (GE), frequência cardíaca (FC), pressão arterial (PA), PIC através de métricas de predição indireta do estado da dinâmica intracraniana, como: determinação da razão entre o segundo e o primeiro pico de onda de pulso da PIC (P2/P1) e Time to Peak (TTP); além da percepção subjetiva de esforço (PSE) da sessão (30° minuto/pós-sessão). Os dados foram submetidos ao teste T de Student para comparar homens e mulheres (composição corporal, perfil lipídico, glicemia em jejum e VO_{2pico}). Com o grupo unificado, foi realizado o teste de variância Anova One-Way (restante das variáveis) e post hoc de Bonferroni, seguido da correlação de Pearson (todas as variáveis avaliadas). Os resultados estão apresentados em média±erro padrão da média e em variação percentual, para um nível de significância de 5%. A carga de trabalho (CT) do exercício foi de $4.182,60 \pm 139,30 U.A.$, com os voluntários alcançando durante o mesmo $46,66 \pm 1,63\%$ do VO_{2pico} e $66,99 \pm 1,80\%$ da FC máxima estabelecida durante teste incremental, reportando ainda uma PSE de $10,53 \pm 0,30 U.A.$ Houve aumento significativo da FC, PA sistólica, PA média (PAM), [Lac] e GE e diminuição da SpO_2 , P2/P1 e TTP em comparação ao repouso. A CT correlacionou-se positivamente com a massa corporal ($r=0,999; p<0,001$), Índice de Massa Corporal (IMC) ($r=0,764; p<0,001$), [Lac] ($r=0,503; p<0,001$), GE ($r=0,778; p<0,001$) e negativamente com P2/P1 ($r=-0,539; p<0,001$) e TTP ($r=-0,438; p<0,001$). Houve correlação entre [Lac] e GE ($r=0,731; p<0,001$), e desta com massa corporal ($r=0,644; p<0,001$) e IMC ($r=0,394; p=0,031$). Verificamos também correlação negativa entre PAM e P2/P1 ($r=-0,367; p<0,001$) e PAM e TTP ($r=-0,458; p<0,001$), indicando manutenção da autorregulação cerebral estática frente ao esforço provocado pelo exercício. Concluimos que o protocolo de TS alterou a hemodinâmica e o metabolismo dos voluntários, modificando a morfologia da onda de pulso da PIC, que somada a correlação com PAM, indicaram aumento da complacência intracraniana e manutenção da autorregulação cerebral estática diante dos efeitos provocados pelo exercício.

Palavras-chave: Dinâmica intracraniana. Exercício físico. Hemodinâmica. Metabolismo. Pressão intracraniana. Treinamento suspenso.

ABSTRACT

SOUZA, J. C. A. de. Pulse wave morphology of intracranial pressure assessed non-invasively in active and healthy individuals after squatting exercise performed with the aid of the suspension strap. 124f. Dissertation (Master in Physiological Sciences) – Department of Physical Education and Human Motricity, Center for Biological and Health Sciences, Federal University of São Carlos, São Carlos, São Paulo, Brazil, 2023.

Intracranial pressure (ICP), pressure exerted within the cranial cavity, can be altered by neurological disorders and/or physical inactivity. However, physical exercise is an important non-pharmacological tool capable of mitigating consequences caused by numerous pathologies. However, its effects on the morphology of the ICP pulse wave, especially after suspended training (ST) performed with the aid of the suspension strap (SS), are little known. Thus, we aimed to characterize the squat exercise performed with the aid of SS and its hemodynamic consequences and ICP based on a non-invasive evaluation method, through metrics of indirect prediction of the state of intracranial dynamics. The sample consisted of 30 individuals (15 men; 15 women), between 18 and 40 years-old, physically active and adapted to resistance exercises. Blood analysis, anthropometric assessments and incremental test to determine the point of highest oxygen consumption (VO_{2peak}) were performed, followed by familiarization and ST session. This session consisted of 3 series of squats performed with the aid of the SS, performed for 1 minute, with intervals between series of 1 minute, in which pre, during and immediately post-exercise (3rd, 6th, 9th and 12th minute/post-session) glycemia, blood lactate concentration ([Lac]), oxygen saturation (SpO_2), energy expenditure (EE), heart rate (HR), blood pressure (BP), ICP through metrics indirect prediction of the state of intracranial dynamics, such as: the ratio between the second and the first peak of the ICP pulse wave (P2/P1) and Time to Peak (TTP); in addition to the session's subjective perception of exertion (SPE) (30 minutes/post-session). Data were submitted to Student's T test to compare men and women (body composition, lipid profile, fasting blood glucose and VO_{2peak}). With the unified group, the Anova One-Way variance test (remaining variables) and Bonferroni's post hoc test of variance were performed, followed by Pearson's correlation (all variables evaluated). The results are presented as mean \pm standard error of the mean and percentage variation, for a significance level of 5%. The work load (WL) of the exercise was $4,182.60 \pm 139.30 A.U.$, with the volunteers reaching during the same $46.66 \pm 1.63\%$ of VO_{2peak} and $66.99 \pm 1.80\%$ of maximum HR established during the incremental test, still reporting a SPE of $10.53 \pm 0.30 A.U.$ There was a significant increase in HR, systolic BP, mean BP (MAP), [Lac] and EE and a decrease in SpO_2 , P2/P1 and TTP compared to rest. WL was positively correlated with body mass ($r=0.999; p<0.001$), Body Mass Index (BMI) ($r=0.764; p<0.001$), [Lac] ($r=0.503; p<0.001$), EE ($r=0.778; p<0.001$) and negatively with P2/P1 ($r=-0.539; p<0.001$) and TTP ($r=-0.438; p<0.001$). There was a correlation between [Lac] and EE ($r=0.731; p<0.001$), and between the latter and body mass ($r=0.644; p<0.001$) and BMI ($r=0.394; p=0.031$). We also verified a negative correlation between MAP and P2/P1 ($r=-0.367; p<0.001$) and MAP and TTP ($r=-0.458; p<0.001$), indicating maintenance of static cerebral autorregulation in the face of effort caused by exercise. We conclude that the ST protocol altered the hemodynamics and metabolism of the volunteers, modifying the morphology of the ICP pulse wave, which, added to the correlation with MAP, indicated an increase in intracranial compliance and maintenance of static cerebral autorregulation in the face of the effects caused by exercise.

Key words: Intracranial dynamics. Physical exercise. Hemodynamic. Metabolism. Intracranial Pressure. Suspension Training.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Linha do tempo dos principais eventos e evoluções do monitoramento da PIC.....	23
Figura 2 - Representação simplificada da anatomia do SNC e circulação do LCR.	24
Figura 3 - Modelo de Monro–Kellie para o conteúdo do compartimento intracraniano.....	26
Figura 4 – Mecanismo compensatório de alterações na PIC.....	28
Figura 5 – Modelos de Lassen (1959) e Brassard et al. (2021) para capacidade de autorregulação cerebral.	29
Figura 6 - Autorregulação cerebrovascular e as relações entre PPC e PIC, PaO ₂ e FSC, PaCO ₂ e FSC.	30
Figura 7 - Curva pressão-volume da PIC.	32
Figura 8 - Representação gráfica do comportamento da morfologia da onda de pulso da PIC extraída de análise matemática em um ciclo cardíaco normal.	34
Figura 9 – Ondas lentas (<i>slow waves</i>) da PIC.	35
Figura 10 - Morfologia e classificação da forma de onda da pressão de pulso da PIC.....	36
Figura 11 - Métodos de avaliação invasiva da PIC.	38
Figura 12 - Desenho esquemático demonstrando detalhes sobre a operação não invasiva do dispositivo e aquisição de dados.....	42
Figura 13 - Representação das principais características, partes e componentes da FS.....	46
Figura 14 - Fluxograma das etapas realizadas durante a seleção dos artigos.....	50
Figura 15 - Esquema representativo dos procedimentos realizado no experimento.	60
Figura 16 - Esquema representativo do protocolo de exercício do experimento.	61
Figura 17 - Padronização da posição anatômica durante o repouso e dos pontos iniciais, intermediários e finais no exercício de agachamento com auxílio da FS.....	62
Figura 18 - Cinética dos parâmetros hemodinâmicos durante o experimento.	72
Figura 19 - Cinética dos parâmetros cerebrovasculares durante o experimento.	73
Figura 20 – Autorregulação cerebral estática durante o experimento.....	74
Figura 21 - Cinética dos parâmetros metabólicos durante o experimento.....	76
Figura 22 – GE do exercício, CA e CAn durante a sessão de exercício.	77

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Principais técnicas de monitoramento da PIC suas vantagens e limitações.	40
Tabela 2 – Coeficiente de correlação entre variáveis cerebrovasculares, carga de treinamento e composição corporal.....	74
Tabela 3 – Coeficiente de correlação entre variáveis metabólicas, carga de treinamento e composição corporal.....	77

LISTA DE ABREVIATURAS

[Lac]	Concentração sanguínea de lactato
bpm	Batimentos por minuto
CA	Componente aeróbio
CAn	Componente anaeróbio
CCI	Complacência intracraniana/cerebral
CO₂	Dióxido de carbono
Ct	Colesterol total
CT	Carga de trabalho
CVCi	Índice de condutância cerebrovascular
CVM	Contração voluntária máxima
CVRi	Índice de resistência cerebrovascular
FC	Frequência cardíaca
FC_{máx}	Frequência cardíaca máxima
FCR	Frequência cardíaca de reserva
FS	Fita de suspensão
FSC	Fluxo sanguíneo cerebral
GE	Gasto energético
GEE	Gasto energético do exercício
GER	Gasto energético de repouso
HDL	Lipoproteína de alta densidade
HIIT	Treinamento intervalado de alta intensidade
Hz	Hertz
IMC	Índice de massa corporal
kcal	Quilocalorias
kg	Quilogramas
kg/m²	Quilogramas por metro quadrado
km/h	Quilômetros por hora
LCR	Líquido cefalorraquidiano
LDL	Lipoproteína de baixa densidade
MCA_v	Velocidade do fluxo sanguíneo da artéria cerebral média
MET	Equivalente metabólico
mg/dl	Miligramas por decílitro
mín.	Minutos
ml	Mililitros

ml/kg·min⁻¹	Mililitros de oxigênio por quilograma por minuto
mm	Milímetros
mmHg	Milímetros de mercúrio
mmol/l	Milimol por litro
ms	Milissegundo
mV	Milivolts
O₂	Oxigênio
P1	Pico da primeira onda de pulso da PIC - onda de percussão
P2	Pico da segunda onda de pulso da PIC- onda de maré
P3	Pico da terceira onda de pulso da PIC - onda dicrótica
P2/P1	Razão entre amplitude da primeira onda pela amplitude da segunda onda
PA	Pressão arterial
PAD	Pressão arterial diastólica
PAM	Pressão arterial média
PaO₂	Pressão parcial de oxigênio no sangue arterial
PaCO₂	Pressão parcial de gás carbônico no sangue arterial
PAS	Pressão arterial sistólica
PIC	Pressão intracraniana
PPC	Pressão de perfusão cerebral
PSE	Percepção subjetiva de esforço
RVC	Resistência vascular cerebral
SEM	Erro padrão da média
sem.	Semanas
SNC	Sistema nervoso central
SpO₂	Saturação de oxigênio
TCLE	Termo de consentimento livre e esclarecido
TG	Triglicérides
TR	Treinamento de resistência
TS	Treinamento suspenso
TRX[®]	Total resistance exercise
TTP	Time to peak (tempo para o pico)
U.A.	Unidade arbitrária
VO₂máx	Consumo máximo de oxigênio
VO₂pico	Consumo de oxigênio de pico

LISTA DE SIGLAS

- ACSM** - American College of Sports Medicine
- ABESO** - Associação Brasileira para o Estudo da Obesidade e da Síndrome Metabólica
- AHA** - American Heart Association
- BVS** - Biblioteca Virtual em Saúde
- CAAE** - Certificado de Apresentação para Apreciação Ética
- CAPES** - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
- CCBS** - Centro de Ciências Biológicas e da Saúde
- CINAHL** - Cumulative Index to Nursing and Allied Health Literature
- DCF** - Departamento de Ciências Fisiológicas
- DeCS** - Descritores em Ciências da Saúde
- DEFMH** - Departamento de Educação Física e Motricidade Humana
- FAFIPE** - Faculdade de Filosofia Ciências e Letras de Penápolis
- FUNEPE** - Fundação Educacional de Penápolis
- LabNutri** - Laboratório de Nutrição e Metabolismo aplicado ao Exercício
- LILACS** - Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde
- MEDLINE** - Medical Literature Analysis and Retrieval System Online
- MeSH** - Medical Subject Heading Terms
- NVC** - Núcleo de Vivências Corporais
- PUBMED** - Public Medline
- SBC** - Sociedade Brasileira de Cardiologia
- SBD** - Sociedade Brasileira de Diabetes
- SCIELO** - Scientific Electronic Library Online
- UFSCar** - Universidade Federal de São Carlos
- UNESP** - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”
- UNIFEV** - Centro Universitário de Votuporanga
- UT** - University of Texas
- UTSW** - University of Texas Southwestern Medical Center

LISTA DE SÍMBOLOS

+	Adição
\cong	Aproximadamente
\div	Divisão
=	Igual
>	Maior
\pm	Mais ou menos
®	Marca registrada
<	Menor
\times	Multiplicação
-	Subtração
%	Porcentagem
Δ	Varição
$\Delta\%$	Varição percentual

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	21
1.1. Pressão intracraniana (PIC): a construção da doutrina Monro-Kellie.....	21
1.1.1. Neurofisiologia: estruturas e componentes do sistema nervoso central (SNC)	24
1.1.2. Morfologia da onda de pulso da PIC: características, interpretação, classificação e análise automatizada.....	33
1.1.3. Neuromonitorização da PIC: métodos invasivos e não invasivos.....	38
1.2. Exercício físico como remédio não-farmacológico associado à melhora da saúde	42
1.2.1. Treinamento suspenso: uma alternativa eficaz de treinamento personalizado.....	45
2. REVISÃO DE LITERATURA	48
2.1. Efeito do exercício físico sobre a dinâmica intracraniana.....	48
2.1.1. Metodologia de pesquisa da revisão integrativa nas bases de dados eletrônicos	48
2.1.2. Resultados e discussão da revisão integrativa da literatura.....	49
2.1.2.1. Características dos estudos incluídos na revisão	50
2.1.2.2. Métodos de avaliação da dinâmica intracraniana dos estudos da revisão	51
2.1.2.3. Avaliação dos protocolos de exercício utilizados nos estudos incluídos na revisão ...	52
2.1.2.4. Efeitos do exercício sobre a dinâmica intracraniana nos estudos da revisão	53
3. HIPÓTESES	58
4. OBJETIVOS.....	58
4.1. Objetivo geral	58
4.1.1. Objetivos específicos.....	58
5. MATERIAIS E MÉTODOS.....	59
5.1. Participantes	59
5.2. Desenho experimental	60
5.2.1. Protocolo de exercício	61
5.2.2. Avaliação da composição corporal.....	63
5.2.3. Teste incremental e avaliação cardiorrespiratória (Ergoespiometria).....	63
5.2.4. Avaliação do gasto energético (GE).....	64
5.2.5. Determinação do perfil lipídico e glicemia em jejum	65
5.2.6. Determinação da concentração de glicemia e lactato sanguíneo.....	66
5.2.7. Avaliações hemodinâmicas	67
5.2.8. Saturação de oxigênio (SpO ₂)	68
5.2.9. Avaliação da percepção subjetiva de esforço (PSE)	68
5.3. Análise estatística	68

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO	70
6.1. Características dos participantes.....	70
6.2. Carga de treinamento do protocolo de exercício	70
6.3. Efeito do protocolo de exercício sobre variáveis hemodinâmicas e cerebrovasculares	71
6.3.1. Cinética dos parâmetros hemodinâmicos e cerebrovasculares.....	71
6.3.2. Correlação entre os parâmetros cerebrovasculares, carga de treinamento e composição corporal.....	73
6.4. Efeito do protocolo de exercício sobre as variáveis metabólicas	75
6.4.1. Cinética dos parâmetros metabólicos	75
6.4.2. Correlação entre os parâmetros metabólicos, carga de treinamento e composição corporal.....	77
6.5. Discussão.....	78
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	86
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	87
APÊNDICE 1 - Estratégia de busca utilizada nas bases de dados eletrônicos para revisão integrativa da literatura.....	106
APÊNDICE 2 – Estudos incluídos na revisão integrativa da literatura	107
ANEXO A – Termo de Consentimento Livre Esclarecido	110
ANEXO B – Parecer do Comitê de Ética e Pesquisa em Seres Humanos	113
ANEXO C – Acordo de cooperação técnico-científica entre Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) e Centro Universitário de Votuporanga (UNIFEV).....	120

1. INTRODUÇÃO

1.1. Pressão intracraniana (PIC): a construção da doutrina Monro-Kellie

Para compreendermos a PIC voltemos ao início das análises do fenômeno fisiológico que se apresenta. Pioneiro, Alexander Monro, professor de anatomia na Universidade de Edimburgo, aplicou alguns princípios físicos ao conteúdo intracraniano concluindo, em 1783, que o cérebro era formado por uma substância quase incompressível contido em uma estrutura óssea (crânio) inexpandível, sendo que o volume de sangue dentro dessa cavidade dificilmente se alteraria em função de um equilíbrio constante entre saída de sangue venoso e entrada de sangue arterial (MASCARENHAS et al., 2012; HARARY; DOLMANS; GORMLEY, 2018; RABELO et al., 2021ab; ANDRADE et al., 2021; OCAMOTO et al., 2021b). Hipótese esta apoiada pelos estudos do médico escocês George Kellie de Leith, ex-aluno de Monro, o qual postulou que o cérebro apresentava baixa compressibilidade e estaria enclausurado em um arcabouço ósseo, firme e inflexível em adultos, ocupando quase a sua totalidade. Portanto, era improvável que qualquer fluido pudesse ser removido ou introduzido a cavidade craniana sem alterações simultâneas equivalentes ou deslocamentos, independentemente de pressões mecânicas externas (CARLOTTI JR; COLLI; DIAS, 1998; MASCARENHAS et al., 2012; RABELO et al., 2021b; DHAESE et al., 2021). Referências adicionais são feitas a John Abercrombie, patologista da Faculdade de Medicina de Edimburgo, pesquisador primordial para a aceitação da doutrina por relacionar as teorias de Monro e Kellie em suas publicações, bem como concluir que a redução da pressão craniana resultaria em diminuição do fluxo sanguíneo cerebral (FSC) (MASCARENHAS et al., 2012; SONIG et al., 2020).

Apesar das contribuições fundamentais para a compreensão da PIC, o esboço original da doutrina Monro-Kellie apresentava limitações, que posteriormente foram sendo corrigidas por outros pesquisadores. Até então, existia-se uma indiferença quanto ao papel do líquido cefalorraquidiano (LCR), ainda que este já havia sido reportado por Galeno no século II - ventrículos cerebrais cheios de “*espírito vital*”. Sobre isso, mesmo que Domenico Felice Cotugno, em 1764, ao pesquisar os nervos espinhais do nervo ciático, tenha relatado a presença de um líquido ao redor e abaixo da medula espinhal e nos espaços ventriculares, coube a François Magendie, fisiologista francês, provar sua existência nos ventrículos cerebrais e a comunicação dos ventrículos com o espaço subaracnóideo e o quarto ventrículo através de uma outra estrutura anatômica, o forame de Magendie (MASCARENHAS et al., 2012; RABELO et al., 2021b). Evidência complementada por Axel Key e Gustaf Retzius, em 1875, ao explicarem

como o LCR era secretado pelo plexo coróide, fluía pelo sistema ventricular e era reabsorvido via vilosidades subaracnóideas e granulações aracnóides (pacchionianos) (SONIG et al., 2020).

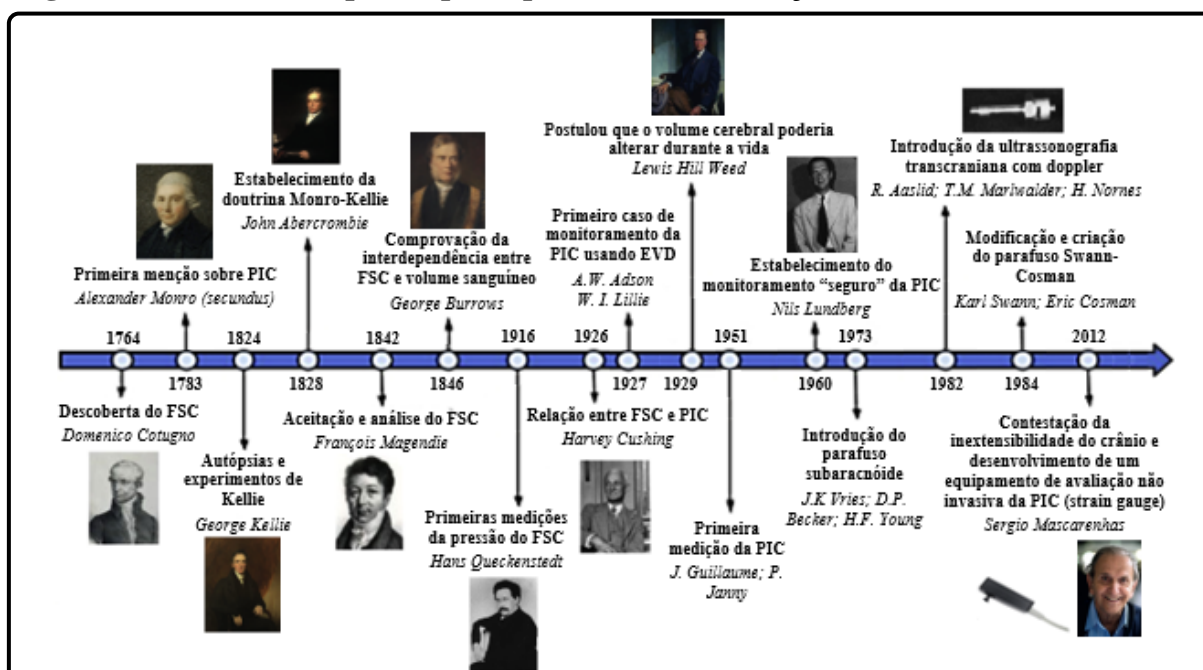
A admissão do LCR como componente vital acrescentou outra variável à equação do conteúdo craniano (RABELO et al., 2021b), que passou à considerar o equilíbrio entre três componentes principais do sistema nervoso central (SNC): parênquima (tecidos do cérebro e da medula espinhal), sangue arterial e venoso, e LCR (CARLOTTI JR; COLLI; DIAS, 1998; GIUGNO et al., 2003; MASCARENHAS et al., 2012; CABELLA et al., 2016; CARNEY et al., 2017; DHAESE et al., 2021). Nova contribuição a doutrina Monro-Kellie foi realizada pelo médico inglês George Burrows, em 1846, ao contestar a noção da invariabilidade do volume sanguíneo e apontar uma relação de interdependência entre os volumes de sangue intracraniano e LCR, atribuindo ao último a responsabilidade de garantir a distribuição da pressão (RABELO et al., 2021b). Tese refinada por Harvey Cushing, pai da neurocirurgia moderna, ao comprovar que o volume do LCR, sangue e cérebro eram constantes no crânio intacto, assim, o aumento em um desses componentes resultaria na diminuição em uma ou ambas outras substâncias (HARARY; DOLMANS; GORMLEY, 2018; SONIG et al., 2020; RABELO et al., 2021b). Outro ponto relevante foram os postulados do neurocirurgião Lewis Hill Weed, em 1929, que determinaram a possibilidade de variação do volume cerebral durante a vida e que essa teoria não se aplicaria em crianças com fontanelas abertas, sugerindo à necessidade de uma abóbada craniana que auxiliasse na manutenção da dinâmica intracraniana (RABELO et al., 2021b).

Diante do exposto, vários métodos foram desenvolvidos com objetivo de avaliar a PIC, primordialmente por técnicas invasivas (CZOSNYKA; PICKARD, 2004; PEREZ-BARCENA; LLOMPART-POU; O'PHELAN, 2014). Assim, a literatura demonstra que as primeiras tentativas de medição da pressão do LCR remetem ao neurologista alemão Hans Queckenstedt, em 1916, ao usar uma agulha de punção lombar conectada à um manômetro de tubo em U, através do qual o LCR fluía pelo manômetro sendo o fluxo interrompido por contrapressão igual a pressão do LCR. Por sua vez, Adson e Lillie, em 1927, desenvolveram um sistema com drenos extraventriculares para monitorar a PIC, técnica comumente utilizada por permitir simultaneamente a drenagem do LCR e administração de antibióticos (SONIG et al., 2020).

Mais tarde, Guillaume e Janny utilizaram um transdutor eletromagnético para medir sinais de pressão do fluido ventricular, no entanto, foi Niels Lundberg, em 1960, que realizou contribuição impactante para o campo de avaliação da PIC ao monitorar a pressão do LCR usando cateter ventricular de polietileno acoplado a um transdutor de pressão, que permitiram-no determinar a existência de três tipos de onda de pulso da PIC e propor que a revisão visual dessas ondas era mais significativa que o valor absoluto da pressão. Anos depois, em 1973,

Vries, Becker e Young desenvolveram um parafuso subaracnóide para a mensuração da PIC com objetivo de limitar a alta taxa de infecção causada por cateteres ventriculares. Sistema este modificado por Swann e Cosman afim de fornecer maior estabilidade e possibilidades de ajustes aos diferentes formatos de crânio. Porém, com a persistência dos riscos de infecção, somado a impossibilidade de drenagem do LCR e em alguns casos subestimação da PIC, houve o desenvolvimento de outros métodos de monitoramento da PIC (ex.: cateter subdural, monitor extradural e cateter de fibra óptica) (SONIG et al., 2020). Como resultado, técnicas não invasivas foram desenvolvidas nas últimas décadas. Sobre isso, a ultrassonografia transcraniana com doppler, realizada pela primeira vez em 1982 por Aaslid, Marlowalder e Nornes para monitorar a hemodinâmica cerebral em indivíduos saudáveis, utiliza a velocidade do fluxo sanguíneo da artéria cerebral média (MCAv) para indicar alterações da PIC (SONIG et al., 2020). No entanto, foi Mascarenhas et al. (2012) que efetuaram nova contribuição a teoria imposta pela doutrina Monro-Killie ao desafiar seu aspecto fundamental que versa sobre a inextensibilidade do crânio. No estudo, os pesquisadores demonstraram que o aumento da PIC poderia induzir variações volumétricas na caixa craniana, que passará a ser compreendida como uma estrutura semirrígida, e não totalmente inflexível. Isso permitiu o monitoramento não invasivo da PIC através da representação de ondas de pressão detectadas por meio de sensores sensíveis a movimentos cranianos (mais detalhes em: tópico 1.1.3, pág. 38) (MASCARENHAS et al., 2012). Os principais pontos desse breve histórico são apresentados na Figura 1.

Figura 1 – Linha do tempo dos principais eventos e evoluções do monitoramento da PIC.

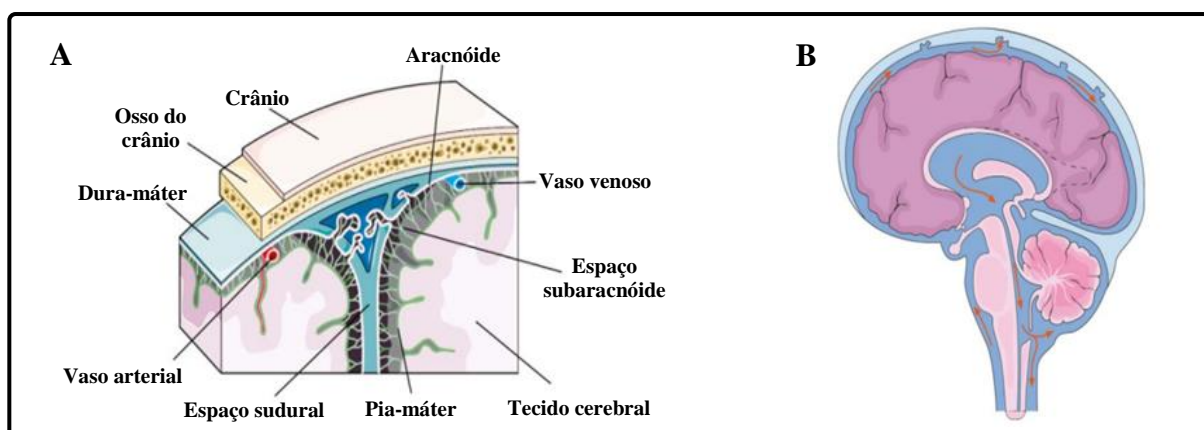


Legenda: FSC: Fluxo sanguíneo cerebral; EVD: Dreno extraventricular; LCR: Líquido cefalorraquidiano; PIC: Pressão intracraniana. Fonte: Extraído e modificado de Sonig et al. (2020) e Rabelo et al. (2021b).

1.1.1. Neurofisiologia: estruturas e componentes do sistema nervoso central (SNC)

O SNC é constituído por diversas estruturas, como: crânio, vértebras, meninges, LCR, parênquima cerebral e medula espinhal, sangue, artérias e veias. O crânio (abóbada óssea) é responsável por segurar e proteger o cérebro, assim como a coluna vertebral protege o canal vertebral. Por outro lado, as meninges são membranas protetoras que envolvem o núcleo do SNC, e subdividi-se em: dura-máter (camada mais espessa e próxima do lado interno do osso), aracnóide (camada intermediária com uma estrutura tecidual no formato de teia) e pia-máter (camada interna e fina que reveste os tecidos do cérebro e da medula espinhal). O espaço entre as camadas aracnóide e pia-máter é denominado de espaço subaracnóideo, sendo este preenchido por LCR (Figura 2, painel A) (GUYTON; HALL, 2017; ANDRADE et al., 2021).

Figura 2 - Representação simplificada da anatomia do SNC e circulação do LCR.



No painel A são apresentados os componentes anatômicos do crânio e SNC. No painel B é apresentado o fluxo do líquido cefalorraquidiano (LCR). Fonte: Extraído e adaptado de Andrade et al. (2021).

Apesar do cérebro humano corresponder à 2% do massa corporal e 15% do suprimento sanguíneo ($\cong 750-1000\text{ml}$), o mesmo carece diariamente de um amplo suprimento de glicose, além de 20% do metabolismo do oxigênio (O_2), devido à grande demanda energética empregue nas atividades neuronais, exigindo um FSC contínuo (CARLOTTI JR; COLLI; DIAS, 1998; ANDRADE et al., 2021). Para que isso ocorra, os vasos sanguíneos cerebrais possuem propriedades anatômicas específicas que permitem modulações instantâneas de diâmetro em resposta às condições adversas de saúde, definindo a resistência vascular cerebral (RVC) (GUYTON; HALL, 2017; ANDRADE et al., 2021). A manutenção do FSC é chamada de autorregulação cerebral (GODOY et al., 2017).

À saber, existem duas formas de analisar a autorregulação cerebral. A autorregulação estática, utilizada no presente estudo, refere-se à relação existente entre oscilações lentas na pressão arterial média (PAM) e FSC durante um estado estacionário (trad. inglês: *steady state*)

que abrange vários minutos a horas (ex.: tempos < 10 minutos). Este conceito é descrito pela curva de Lassen (pág. 29) e fornece informações sobre a faixa de pressão de perfusão cerebral (PPC) na qual ocorre a autorregulação cerebral (JEONG et al., 2014; GARRETT; PEARSON; SUBUDHI, 2017; CLAASSEN et al., 2021; RUESCH et al., 2021; SAINBHI et al., 2022). Sobre isso, a literatura propõe que um aumento na PAM provoca vasoconstrição e volume menor de sangue no compartimento craniano, que por sua vez, reduz a PIC tornando esta negativamente correlacionada com a pressão arterial (PA). Quando a autorregulação está intacta a constrição do vaso compensa o aumento da pressão (RUESCH et al., 2021).

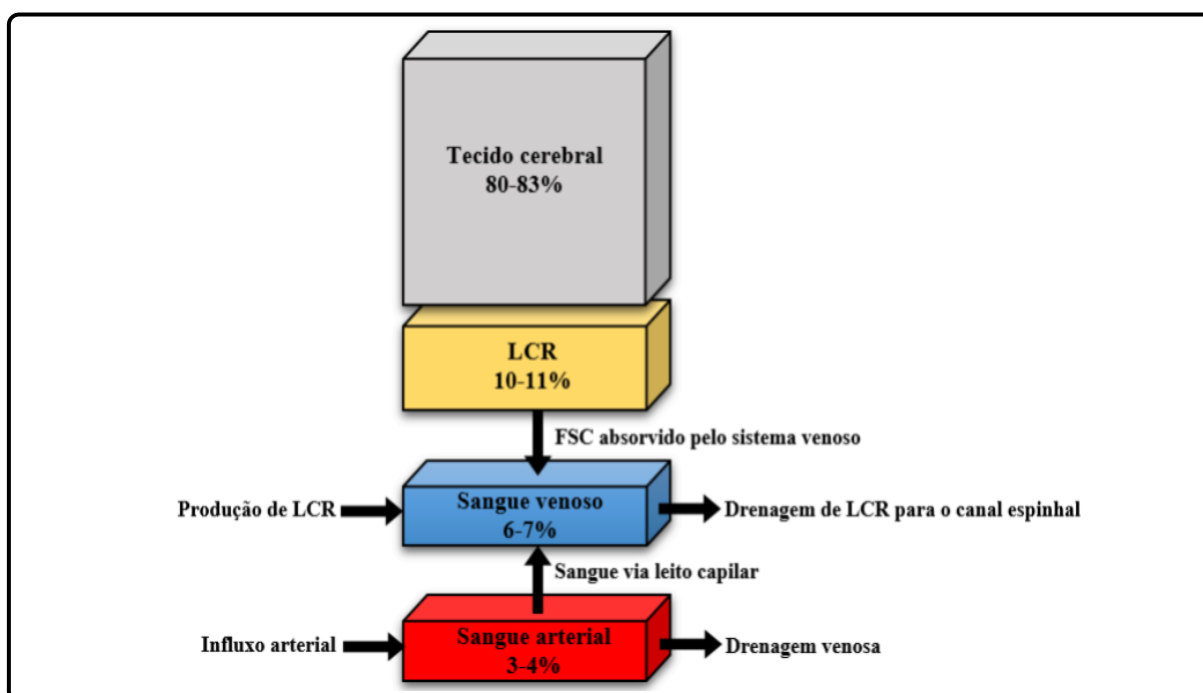
Outrossim, a autorregulação cerebral dinâmica, refere-se à resposta compensatória imediata no FSC a uma alteração abrupta na PAM, batimento a batimento (trad. inglês: *beat to beat*), geralmente com duração de segundos a minutos. Tal análise foi possível somente quando técnicas de alta resolução temporal se tornaram disponíveis para medir mudanças rápidas da PAM e do FSC (JEONG et al., 2014; GARRETT; PEARSON; SUBUDHI, 2017; CLAASSEN et al., 2021; RUESCH et al., 2021; SAINBHI et al., 2022). Técnicas estas, que analisam a reatividade a pressão dos vasos sanguíneos cerebrais (PRx) determinado pelo cálculo do coeficiente de correlação entre pontos consecutivos de média temporal da PIC e da PAM, que correlacionam a amplitude da morfologia da onda pulso da PIC a PAM (Pax) ou verificam o grau de correlação entre a amplitude e PIC média (reserva compensatória – RAP) (CZOSNYKA; PICKARD, 2004; CZOSNYKA et al., 2008; PEREZ-BARCENA; LLOMPART-POU; O'PHELAN, 2014; KASPROWICZ et al., 2015; DIAS et al., 2016; HARARY; DOLMANS; GORMLEY, 2018; CZOSNYKA et al., 2021; OCAMOTO et al., 2021b; CZIGLER et al., 2021, LILJA-CYRON et al., 2021). Notadamente, a escala de tempo é a principal diferença entre a autorregulação estática e dinâmica. Ademais, alterações na PAM tendem a aumentar ou reduzir a velocidade do FSC, porém, isso não significa que o mecanismo de autorregulação cerebral estará comprometido (JEONG et al., 2014; GARRETT; PEARSON; SUBUDHI, 2017; CLAASSEN et al., 2021; RUESCH et al., 2021; SAINBHI et al., 2022).

Em suma, este mecanismo envolve ajustes vasculares, principalmente nas arteríolas de resistência, afim de manter uma perfusão cerebral ideal em resposta à mudanças na PA, viscosidade, gases, função endotelial e metabolismo (RADOLOVICH et al., 2011; GODOY et al., 2017; ANDRADE et al., 2021; OCAMOTO et al., 2021b). Assim, as arteríolas cerebrais controlam o FSC por dilatação quando a PA está baixa ou vasoconstrição, quando a mesma está alta (CARLOTTI JR; COLLI; DIAS, 1998; ANDRADE et al., 2021). O sangue venoso cerebral é drenado pelo seio venoso da dura-máter e das veias superficiais e profundas do córtex em função de uma pressão negativa gerada pela cavidade torácica, gravidade e pulsação.

Desprovidas de válvulas e com diâmetros maiores que as artérias, as veias cerebrais, contribuem para uma circulação sanguínea lenta (GUYTON; HALL, 2017; ANDRADE et al., 2021).

Desse modo, segundo a doutrina Monro-Killie (ver tópico 1.1.) a PIC está diretamente associada a três componentes: (a) componente parenquimatoso formado pelas estruturas cerebrais (parênquima cerebral e medula espinhal), (b) componente do LCR dos ventrículos e da região subaracnóidea, e (c) componente vascular caracterizado pelo sangue circulante no cérebro (CARLOTTI JR; COLLI; DIAS, 1998; GIUGNO et al., 2003; CARDIM et al., 2016b; CABELLA et al., 2016; VILELA et al., 2016; HARARY; DOLMANS; GORMLEY, 2018; RABELO et al., 2021a). Á vista disso, o parênquima cerebral ocupa $\cong 80-83\%$ ($\cong 1.000-1.250$ ml) do volume intracraniano, destes, 25% é parte sólida e os 75% restantes são constituídos por água distribuída nos espaços extra e intracelulares. A parte sólida do parênquima é constituída por substância branca - axônios e mielina, e por substância cinzenta - corpos celulares (Figura 3) (CARLOTTI JR; COLLI; DIAS, 1998; GIUGNO et al., 2003; PEREZ-BARCENA; LLOMPART-POU; O'PHELAN, 2014; HARARY; DOLMANS; GORMLEY, 2018).

Figura 3 - Modelo de Monro–Kellie para o conteúdo do compartimento intracraniano.



O tecido cerebral inclui: neurônios, glia, fluido extracelular e microvasculatura cerebral. O LCR inclui: LCR ventricular e LCR da cisterna. O sangue venoso e arterial representa o volume de sangue intracraniano na macrovasculatura e nos seios venosos cerebrais. Legenda: LCR: Líquido Cefalorraquidiano; %: porcentagem. Fonte: Extraído e adaptado de Harary, Dolmans e Gormley (2018).

Por outro lado, o LCR produzido pelos plexos coróides dos ventrículos laterais (0,3 a 4,0 ml/min. - 70% da produção total) e pela transudação de líquido através do epêndima,

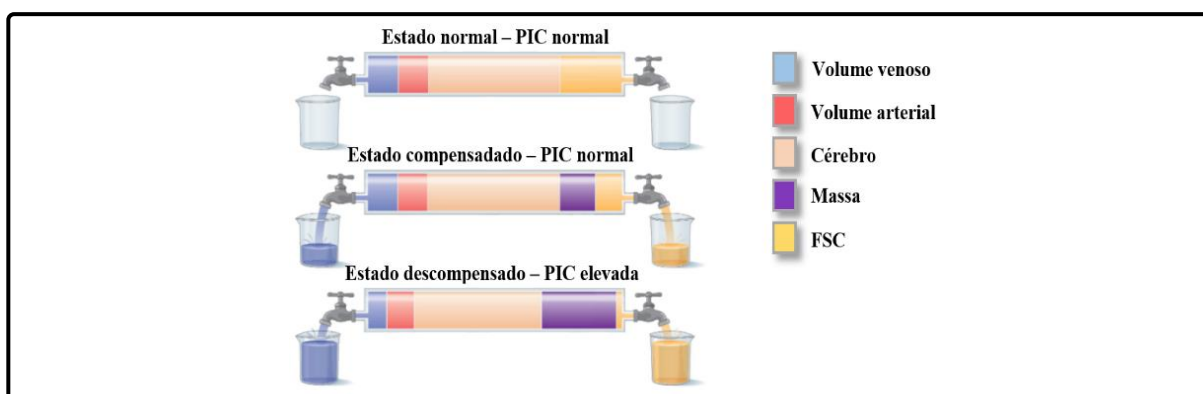
constitui 11% do volume intracraniano (150 ml - 30 ml nos ventrículos e o restante nos espaços subaracnóides intracranianos e raquidianos). Após ser produzido, o LCR circula através dos forames de Monro para o terceiro e quarto ventrículo por meio do aqueduto de Sylvius, então pelos forames de Luschka e Magendie e cisternas basais, para em seguida, por via anterior (cisternas anteriores do tronco cerebral e pela base dos lobos frontais e temporais) alcançar a convexidade do cérebro. Outrossim, por via posterior, o LCR passa pela cisterna magna, cisternas supra cerebelares, cisternas ambientes e cisternas do corpo caloso, atingindo também a convexidade cerebral. Adicionalmente, o LCR circula pelo canal raquidiano ao redor da medula, entrando e saindo da caixa craniana, sendo sua propagação dependente de ondas de pressão provocadas por pulsações cardíacas das artérias do plexo coróide, e reabsorção realizada através de mecanismos passivos do tipo valvular unidirecional, evidenciados nas vilosidades aracnóideas ao longo do seio sagital (ver Figura 2, painel B, pág. 24) (CARLOTTI JR; COLLI; DIAS, 1998; DIAS, 1998; GIUGNO et al., 2003; PEREZ-BARCENA; LLOMPART-POU; O'PHELAN, 2014; CABELLA et al., 2016; ANDRADE et al., 2021). Por fim, o volume total de sangue intracraniano corresponde ao restante do volume deste espaço (\cong 6%, cerca de 4-4,5 ml/100g de tecido cerebral), sendo 60% deste constituído de sangue venoso e 40% de sangue arterial (HARARY; DOLMANS; GORMLEY, 2018).

A razão da pressão entre esses componentes é constantemente ajustada para manter um equilíbrio no sistema intracraniano e manutenção da PIC dentro de valores normais, de 7 à 15 milímetros de mercúrio (mmHg), sendo esta pressão dependente da preservação do volume intracraniano, podendo variar de acordo com a idade, composição corporal, posição anatômica, condição clínica, atividade cerebral, função cardiovascular, função respiratória e tônus adrenérgico (CARLOTTI JR; COLLI; DIAS, 1998; CZOSNYKA; PICKARD, 2004; MASCARENHAS et al., 2012; PEREZ-BARCENA; LLOMPART-POU; O'PHELAN, 2014; HARARY; DOLMANS; GORMLEY, 2018; OCAMOTO et al., 2021a; PIERRO et al., 2021).

Logo, o aumento em um dos componentes cerebrais, por qualquer mecanismo, eleva a PIC. Similarmente, o crescimento anormal de um tecido (ex.: tumores, cistos), abscessos ou granulomas (processo inflamatório em resposta à um agente infeccioso) ou acúmulo de líquido nos espaços intersticiais e/ou intracelulares (ex.: edema cerebral - vasogênico ou citotóxico), elevam o volume cerebral e a PIC com conseqüente redução do FSC levando à hipóxia, que por sua vez retroalimenta a condição patológica, ciclo vicioso, que senão impedido por mecanismos normais de reabsorção e/ou medidas terapêuticas, provocam à interrupção do FSC (Figura 4, pág. 28) (CARLOTTI JR; COLLI; DIAS, 1998; GIUGNO et al., 2003; PEREZ-BARCENA; LLOMPART-POU; O'PHELAN, 2014; HARARY; DOLMANS; GORMLEY, 2018).

Por esse motivo, o FSC é diretamente proporcional à PPC – gradiente de pressão que possibilita a circulação sanguínea nos componentes intracranianos, expressa a partir da subtração da pressão venosa (PV) da PAM, e inversamente proporcional à RVC (CARLOTTI JR; COLLI; DIAS, 1998; CZOSNYKA; PINCKARD, 2004; HARARY; DOLMANS; GORMLEY, 2018; ANDRADE et al., 2021). Como a medição da pressão dos seios venosos é de difícil realização e ocorre paralelamente à PIC (CARLOTTI JR; COLLI; DIAS, 1998; CARDIM et al., 2016a), considera-se PPC igual à diferença entre a PAM e PIC (GIUGNO et al., 2003; MOREIRA; DIAS; CORREIA, 2021; BALZER et al., 2022). Assim, o FSC é expresso na seguinte equação: $FSC = (PPC \div RVC) = [PAM - PV (PIC) \div RVC]$ (CARLOTTI JR; COLLI; DIAS, 1998).

Figura 4 – Mecanismo compensatório de alterações na PIC.

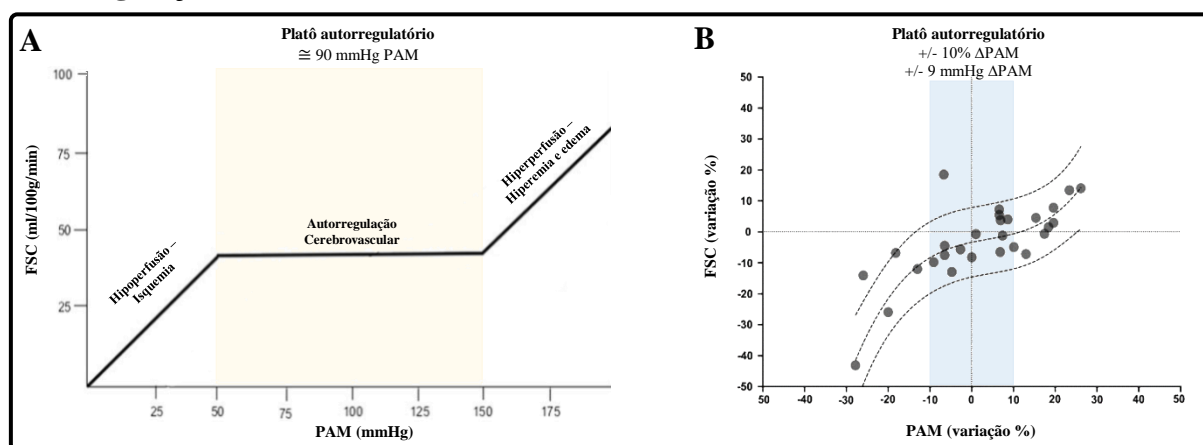


Em estado normal os componentes cerebrais permanecem estáveis e a PIC normal. Em situações de aumento de um desses componentes ou patologias a PIC permanece inalterada devido à mecanismos compensatórios. Quando estes mecanismos estão esgotados ocorre o aumento da PIC e diminuição do FSC. Legenda: FSC: Fluxo Sanguíneo Cerebral; PIC: Pressão intracraniana. Fonte: Extraído e adaptado de Andrade et al. (2021).

Nesse ínterim, o FSC ($\cong 50\text{ml}/100\text{g}$ de tecido encefálico/min.) permanece constante, mediante ao aumento da demanda metabólica do cérebro e diminuição do fluxo com redução da demanda (autorregulação metabólica) e/ou necessidade de manutenção do fluxo apesar do aumento e redução da PA sistêmica (autorregulação pressórica), através de mecanismos autorregulatórios (CARLOTTI JR; COLLI; DIAS, 1998). Conforme estudo clássico de Niels Lassen (“*Cerebral Blood Flow and Oxygen Consumption in Man*”), de 1959, comumente citado em publicações de alto impacto, estes mecanismos funcionariam adequadamente, em adultos normotensos, em um amplo espectro de PAMs, entre $\cong 60$ e 150 mmHg (variação de $\cong 90$ mmHg) (LASSEN, 1959; CARLOTTI JR; COLLI; DIAS, 1998; HARARY; DOLMANS; GORMLEY, 2018; BRASSARD et al., 2021). Abaixo e acima, a autorregulação seria perdida e o FSC tornaria-se dependente da PAM linearmente, passivo de hipoperfusão ou edema

cerebral, respectivamente (Figura 5, Painel A) (HARARY; DOLMANS; GORMLEY, 2018). Porém em estudo recente, Brassard et al. (2021) pontuaram que este modelo de platô amplo poderia estar incorreto, pois cada ponto de dados na curva autorregulatória originou-se de amostras independentes (sete estudos com onze grupos diferentes), estabelecendo relações interindividuais entre o FSC e a PAM. Para esses autores a nova faixa de autorregulação ficaria entre $\cong 10$ e 30 mmHg de variação, sendo as alterações lentas da PAM pouco significantes para mudanças no FSC, enquanto que alterações instantâneas da PAM provocariam impacto relevante no FSC, e conseqüentemente na PIC (Figura 5, painel B) (BRASSARD et al., 2021).

Figura 5 – Modelos de Lassen (1959) e Brassard et al. (2021) para capacidade de autorregulação cerebral.



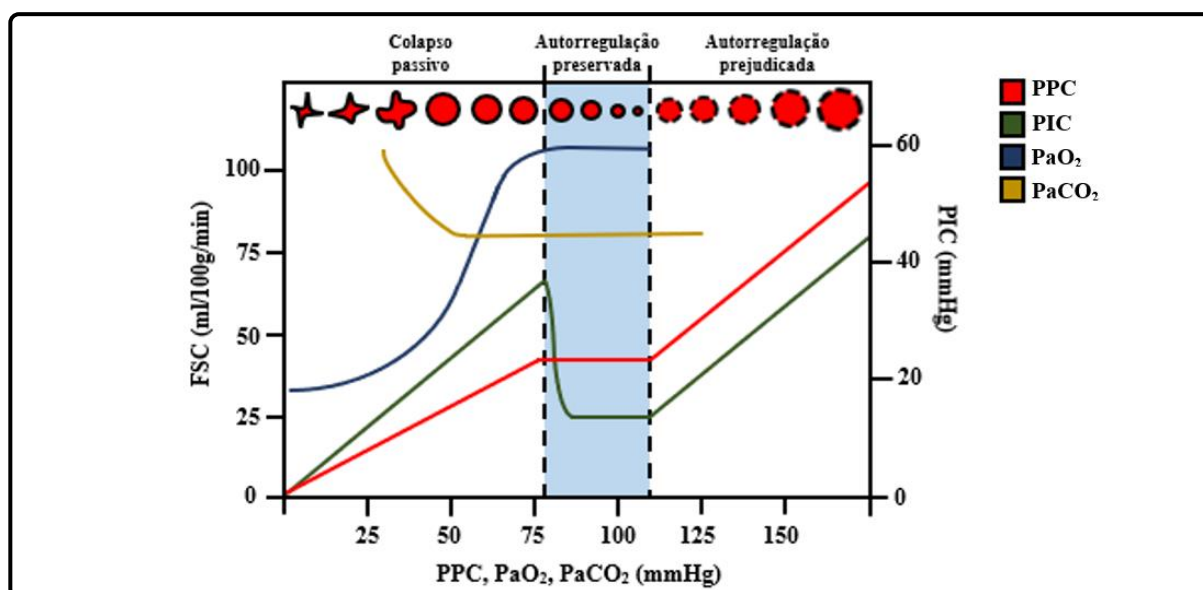
No painel **A** é apresentado o gráfico de capacidade de autorregulação cerebral segundo Niels Lassen, denominado de "Curva de Lassen". No painel **B** é apresentado modelo corrigido da capacidade de autorregulação cerebral proposto por Brassard et al. (2021). A área demarcada representa a zona de autorregulação cerebral de acordo com cada modelo. Legenda: FSC: Fluxo Sanguíneo Cerebral; g: grama; ml: milímetros; min.: minuto; PAM: Pressão Arterial Média. Fonte: Extraído e adaptado de Harary, Dolmans e Gormley (2018) e Brassard et al. (2021).

Em vista disso, reduções significativas na PAM provocam dilatação dos vasos de resistência até que seja alcançado um ponto máximo de estabilidade em resposta à redução da pressão, sendo a extrapolação deste limite marcado pela redução abrupta de FSC com quedas adicionais da PAM, causando vasoplegia capilar devido ao ingurgitamento da microcirculação, igualdade entre PIC e PAM, isquemia cerebral e suspensão do FSC. Em contrapartida, o aumento da PAM mediante a vasoconstrição quebra a resistência vasoconstritiva causando dilatação passiva e um aumento no FSC (CARLOTTI JR; COLLI; DIAS, 1998; CZOSNYKA; PINCKARD, 2004). Neste contexto, o controle do suprimento de O_2 no tecido nervoso, medido comumente pela pressão parcial de oxigênio no sangue arterial (PaO_2), é fundamental, pois seu excesso contribui para vasoconstrição arterial e dano oxidativo. Ademais, as áreas na faixa autorregulatória de hipoperfusão ou hipóxia, onde há um aumento da taxa metabólica cerebral,

demonstram capacidade de extração de O_2 reduzida, aumentando o risco de dano isquêmico (GODOY et al., 2017). Esse efeito da PaO_2 sobre a PPC é observado durante a hipóxia devido ao aumento do FSC, fato não observado na hiperóxia (XU et al., 2012) ainda que passível de compensação pelo aumento na extração de O_2 do sangue (KUNZ; IADECOLA, 2008).

Essa capacidade autorregulatória também é dependente da pressão parcial de dióxido de carbono no sangue arterial ($PaCO_2$). Assim, a regulação metabólica, provocada por modulações positivas (hipercapnia - $PaCO_2 >44\text{mmHg}$) na concentração de CO_2 no sangue arterial produzidos em tecidos vizinhos no espaço intersticial (responsáveis por alterar o pH do líquido extracelular - acidose), resulta em um efeito vasodilatador na musculatura dos vasos cerebrais, e por conseguinte altera a RVC, o volume sanguíneo cerebral e aumenta FSC em $\cong 100\text{-}200\%$ (1–2 ml/100 g/min. para cada aumento de 1 mmHg na $PaCO_2$) causando liberação de catecolaminas, aumento da atividade metabólica e risco de hiperperfusão. O contrário ocorre quando o CO_2 é eliminado (hipocapnia - $PaCO_2 <35\text{mmHg}$) e o pH tecidual aumenta, provocando vasoconstrição e redução de $\cong 40\text{-}50\%$ do FSC, o que pode resultar em hipóxia isquêmica (CARLOTTI JR; COLLI; DIAS, 1998; GIUGNO et al., 2003; GODOY et al., 2017; HARARY; DOLMANS; GORMLEY, 2018). No entanto, essa atividade vascular ocorre apenas no intervalo específico de 20-60 mmHg da $PaCO_2$ (Figura 6) (GODOY et al., 2017).

Figura 6 - Autorregulação cerebrovascular e as relações entre PPC e PIC, PaO_2 e FSC, $PaCO_2$ e FSC.



Acima do gráfico, em vermelho, é apresentado o comportamento das arteríolas pré-capilares e sua relação com a autorregulação. Legenda: FSC: Fluxo Sanguíneo Cerebral; g: grama; ml: milímetros; min.: minuto; mmHg: milímetros de mercúrio; PPC: Pressão de Perfusão Cerebral; PaO_2 : pressão parcial de oxigênio no sangue arterial; $PaCO_2$: pressão parcial de gás carbônico no sangue arterial; PIC: pressão intracraniana. Fonte: Extraído de Rose e Mayer (2004), Godoy et al. (2017) e Ballester (2021) e modificado conforme modelo corrigido de autorregulação cerebral de Brassard et al. (2021).

Adicionalmente, uma extensão do conceito de autorregulação cerebral é o de acoplamento, que é a relação ideal do FSC com o metabolismo tissular. O desacoplamento, condição patológica, pode causar excesso de FSC para um tecido que não está consumindo toda a oferta oferecida (hiperemia) ou um FSC menor que as necessidades do tecido (oligúemia) (CARLOTTI JR; COLLI; DIAS, 1998). Por fim, aumentos significativos da PIC também podem resultar na diferença de pressão entre o crânio e o canal espinhal suficiente para causar deslocamentos descendentes do tecido cerebral para o canal espinhal (herniação) (HARARY; DOLMANS; GORMLEY, 2018). Em suma, quando os mecanismos autorregulatórios sofrem alguma perturbação, aumentos da PAM, ou reduções, são transmitidos para o compartimento craniano, podendo aumentar ou reduzir a PIC (BALZER et al., 2022), e provocar danos neurológicos graves, em alguns casos irreversíveis, e morte (CARNEY et al., 2017).

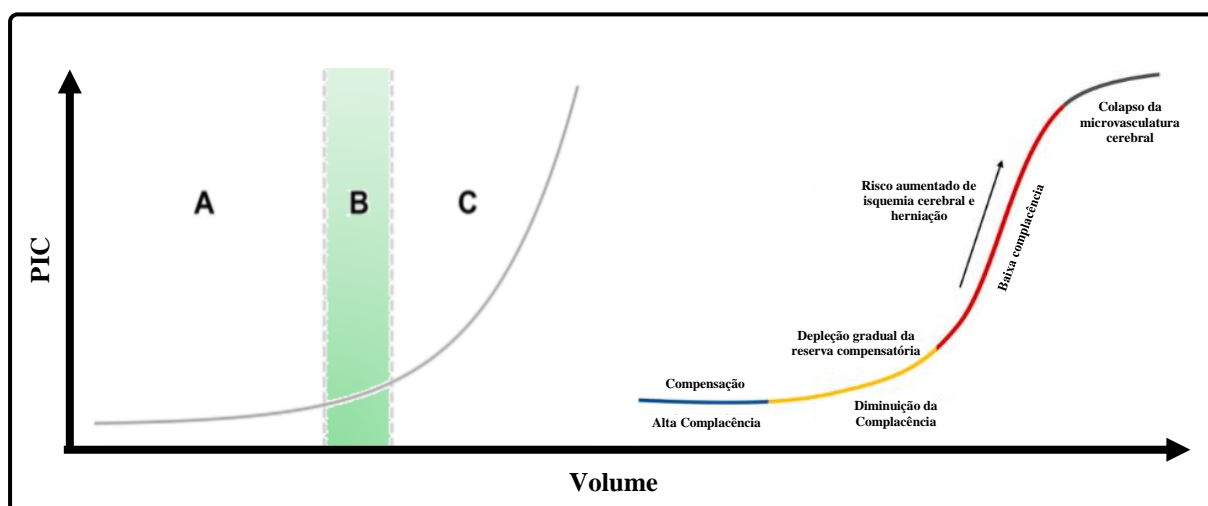
Por isso, a relação entre volume intracraniano e PIC é exponencial, seguida de platô. Inicialmente a injeção de pequenos volumes de líquido no interior do espaço intracraniano praticamente não alteram a PIC, porém, injeções subsequentes provocam aumento lento, e a partir de um determinado volume injetado este acréscimo determina grandes alterações na PIC, e vice-versa (Figura 7, pág. 32) (CARLOTTI JR; COLLI; DIAS, 1998; CZONYSKA; PICKARD, 2004; HARARY; DOLMANS; GORMLEY, 2018; CZOSNYKA; CZOSNYKA, 2020; ANDRADE et al., 2021; RABELO et al., 2021a; BALZER et al., 2022). Isso ocorre devido aos mecanismos compensatórios intrínsecos (tampões) que mantêm a PIC média estável (PEREZ-BARCENA; LLOMPART-POU; O'PHELAN, 2014; HARARY; DOLMANS; GORMLEY, 2018) ao possibilitarem a modificação do volume sanguíneo por compressão do leito vascular e ejeção do sangue para fora da caixa craniana, principalmente do volume de sangue venoso (30% da capacidade de compensação intracraniana) e/ou saída de LCR para dentro do saco dural ou sua reabsorção (70% da capacidade de compensação intracraniana) (CARLOTTI JR; COLLI; DIAS, 1998; HARARY; DOLMANS; GORMLEY, 2018).

Sob condições normais, o volume cerebral é ordinariamente estático, com a PIC média variando de acordo com o FSC e o equilíbrio entre a produção e a absorção de LCR. Esta relação entre os componentes intracranianos é titulada como complacência intracraniana (CCI), sendo a mesma definida conceitualmente como a capacidade do compartimento intracraniano de acomodar um aumento de volume sem um grande aumento da PIC, e matematicamente como a alteração do volume por unidade de alteração da pressão ($CCI = \Delta V / \Delta P$). Por outro lado, a elastância é compreendida como o inverso da CCI (elastância = $1/CCI$). A CCI é passível de observação através da representação da curva de pressão-volume (OCAMOTO et al., 2021b).

Por ser finita, quando a capacidade de dilatação das arteríolas cerebrais em resposta a um decréscimo na PPC está esgotada em valores elevados da PIC [Figura 7, região C, zona 4 (cinza)], aumentos antes pouco significativos no volume levarão a elevações sustentadas potencialmente perigosas à PIC. Este fato indica colapso passivo da microvasculatura cerebral com diminuição da transmissão de pulsos da PA para o compartimento intracraniano (reatividade cerebrovascular perturbada e baixa reserva compensatória) e perda da proteção do SNC em relação à PA, expondo o indivíduo ao risco de lesões cerebrais secundárias (CZOSNYKA; PICKARD, 2004; HARARY; DOLMANS; GORMLEY, 2018).

Diante do exposto, a literatura recomenda que a PIC média deve ser mantida <22mmHg, podendo a extrapolação dessa grandeza provocar desfecho funcional prejudicado e risco de mortalidade elevado (CARNEY et al., 2017). No entanto, ainda que o valor absoluto da PIC seja amplamente utilizado clinicamente, este pode não traduzir toda a complexidade da dinâmica intracraniana devido a PIC máxima tolerada variar entre os indivíduos (BRASSARD et al., 2021). Assim, alguns parâmetros, como a morfologia da onda de pulso da PIC (descrita no tópico 1.1.2.), têm relevância diagnóstica ao permitirem o conhecimento de evidências importantes sobre alterações na CCI e aumento da PIC (CZOSNYKA; CZOSNYKA, 2020).

Figura 7 - Curva pressão-volume da PIC.



Estágio A - Zona 1 (azul), o volume intracraniano basal apresenta boa reserva compensatória e alta complacência mantendo um aumento mínimo no valor do PIC, pois a variação de um dos componentes intracranianos pode ser compensada pela mudança de um dos outros dois. Na fase B - Zonas 2 (amarelo) e 3 (vermelho) o controle começa a se perder, ocorre depleção gradual da reserva compensatória à medida que o volume intracraniano aumenta, seguida de reserva compensatória pobre e aumento do risco de isquemia cerebral e herniação. Uma vez no estágio C - Zona 4 (cinza), o controle é completamente perdido e o valor da PIC aumenta rapidamente, causando colapso da microvasculatura cerebral e reatividade cerebrovascular perturbada. Legenda: PIC: Pressão Intracraniana. Fonte: Extraído e modificado de Harary, Dolmans e Gormley (2018) e Rabelo et al. (2021a).

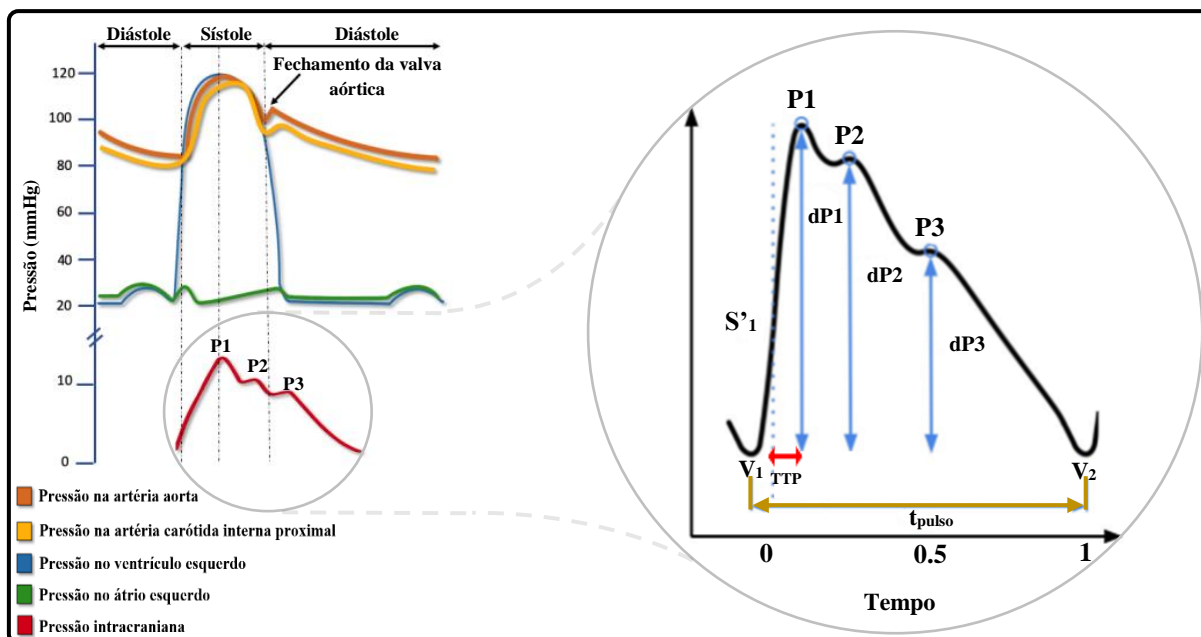
1.1.2. Morfologia da onda de pulso da PIC: características, interpretação, classificação e análise automatizada

Ao estudar a PIC um dos principais elementos investigados, ainda durante a consolidação da doutrina Monro-Kellie, foi o pulso intracraniano. Pesquisas prévias verificaram pulsações nas meninges após a sístole ventricular cardíaca e movimentos respiratórios, e variabilidade do pulso sanguíneo cerebral no formato de ondas, que possibilitaram a formulação da hipótese de que a onda de pulso da PIC apresentaria três picos durante um ciclo normal de fluxo sanguíneo (RABELO et al., 2021b). Sobre isso, Portnoy e Chopp (1980) interpretaram o pulso da PIC comparando seu formato à onda do pulso arterial em condições normais (subida abrupta e diminuição igualmente rápida). Cardoso, Rowan e Galbraith (1983), por sua vez, observaram a existência de três componentes da onda de pulso do LCR [primeira onda (P1): pico agudo de amplitude relativamente constante; segunda onda (P2): pico com formatos e amplitudes variáveis, seguida de uma terceira onda (P3)] e um padrão de variação da PIC, onde um aumento progressivo de P2 e P3 em resposta ao aumento da pressão davam à morfologia da onda de pulso da PIC formato arredondado.

Fundamentado nessas pesquisas, a morfologia da onda de pulso PIC apresenta três picos característicos e frequentes, com traçado único, semelhante à onda de pulso arterial. O primeiro pico (P1), denominado onda de percussão, apresenta amplitude tipicamente constante e resulta da transmissão da pulsação das grandes artérias cerebrais para o plexo coróide. O segundo pico (P2), chamada de onda *tidal*, é relacionada a CCI pois deriva da elastância cerebral refletindo diretamente a “reverberação” de P1 sobre o cérebro e caixa craniana (crânio). Por fim, o terceiro pico (P3), onda dicrótica, é separada da onda *tidal* pela incisura dicrótica e corresponde ao fechamento da valva aórtica cardíaca durante a diástole (Figura 8, pág. 34) (CZOSNYKA; PICKARD, 2004; BALLESTERO et al., 2017; CZOSNYKA; CZOSNYKA, 2020; ANDRADE et al., 2021; BRASIL et al., 2021abc; CZOSNYKA et al., 2021).

Cada onda possui amplitude de pico diferente, de modo que, a $dP1$ é a amplitude relativa da onda de percussão, a $dP2$ é a amplitude relativa da onda *tidal*, e $dP3$ é a amplitude da onda dicrótica (ANDRADE et al., 2021; BRASIL et al., 2021ac). Sob condições fisiológicas normais a amplitude dos picos são relacionados como $P1 > P2 > P3$, sendo o tempo até o maior pico mais curto do que em condições patológicas (NUCCI et al., 2016; BALLESTERO et al., 2017; HARARY; DOLMANS; GORMLEY, 2018; ANDRADE et al., 2021; BRASIL et al., 2021abc; RICKLI et al., 2021b). Como a resistência cerebrovascular é inferior à de outros sistemas e órgãos, o pico de reverberação assume uma amplitude menor que a P1 (BRASIL et al., 2021c).

Figura 8 - Representação gráfica do comportamento da morfologia da onda de pulso da PIC extraída de análise matemática em um ciclo cardíaco normal.

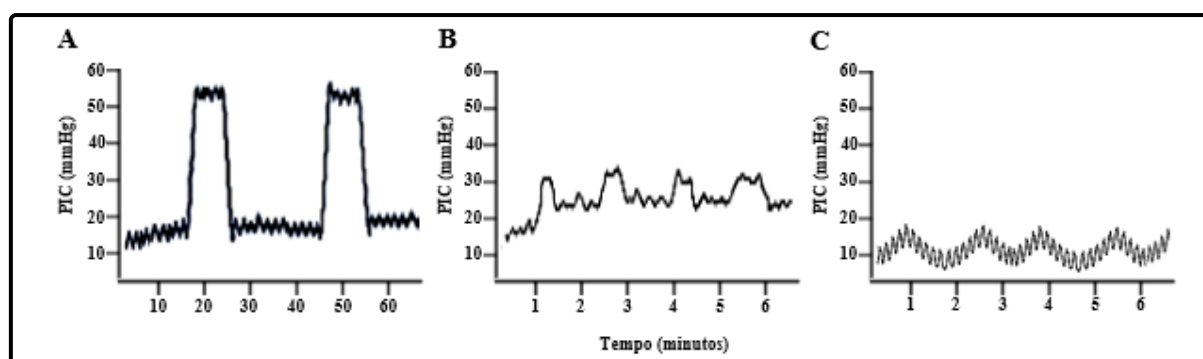


A onda P1 se inicia após o início da sístole quando a pressão carótida e vertebrais atinge o máximo, a P2 no final da sístole e a P3 após a incisura dicrótica, que corresponde ao fechamento da valva aórtica cardíaca. Legenda: P1: onda de percussão; P2: onda tidal; P3: onda dicrótica; dP1: amplitude relativa da onda P1; dP2: amplitude relativa da onda P2; dP3: amplitude relativa da onda P3; t: tempo; TTP: tempo para o pico (*time to peak*). Fonte: Extraído e modificado de Ballesterro (2021) e Andrade et al. (2021).

Além da pressão e seus picos característicos, ao longo do tempo de monitoramento da PIC evidenciamos alguns formatos de ondas típicas com representação espectral dentro do limite de frequência de 0,05 a 0,0055 Hz (Hertz) (de 20 seg. à 3min.) (CZOSNYKA; PICKARD, 2004). Nomeadas por Lundberg (1960) como *ondas lentas* (trad. inglês: *slow waves*), por conseguinte, também conhecidas como *ondas de Lundberg* (trad. inglês: *Lundberg waves*), este fenômeno é descrito como ondas A, B e C. Nesse ínterim, as ondas A são consideradas padrões anormais da PIC, comumente patológicas, classificadas tipicamente como ondas de platô, pois ocorrem durante PIC >50 mmHg, persistindo de 5 até 20 min. Sua elevação e platô são seguidos de queda abrupta da PIC, explicada pela vasodilatação das artérias cerebrais em resposta à redução da PPC. As ondas B são elevações de curta duração na PIC (1-2/min.) e ocorrência entre 30 e 50 mmHg, que refletem a influência do ciclo respiratório na PIC, observadas normalmente em indivíduos com a calota craniana intacta. Por último, as ondas C ocorrem paralelamente a PA (de 4-8/min.) com amplitude de $\cong 20$ mmHg e refletem variações normais da PIC média em virtude de alterações do tônus vasomotor sistêmico durante um ciclo cardíaco (Figura 9, pág. 35) (LUNDBERG, 1960; HAWTHORNE; PIPER, 2014; HARARY; DOLMANS; GORMLEY, 2018; WIJDICKS, 2019).

Notadamente, as ondas A representam uma redução crítica da CCI sendo sua persistência causa substancial do ciclo vicioso marcado por reduções adicionais na PPC, surgimento de mais ondas A e isquemia cerebral irreversível. As implicações clínicas das ondas B ainda não estão determinadas, porém, considera-se o aumento de 10 mmHg em sua amplitude, com recidiva de 3 vezes em um período de 24 horas, padrão anormal relacionado às alterações do tônus vascular em virtude da instabilidade vasomotora quando a PPC se exaure no limite inferior da autorregulação cerebral. Finalmente, as ondas C por serem produtos das interações dos ciclos cardíaco e respiratório não possuem relação com o desenvolvimento de doenças (HAWTHORNE; PIPER, 2014; HARARY; DOLMANS; GORMLEY, 2018).

Figura 9 – Ondas lentas (*slow waves*) da PIC.



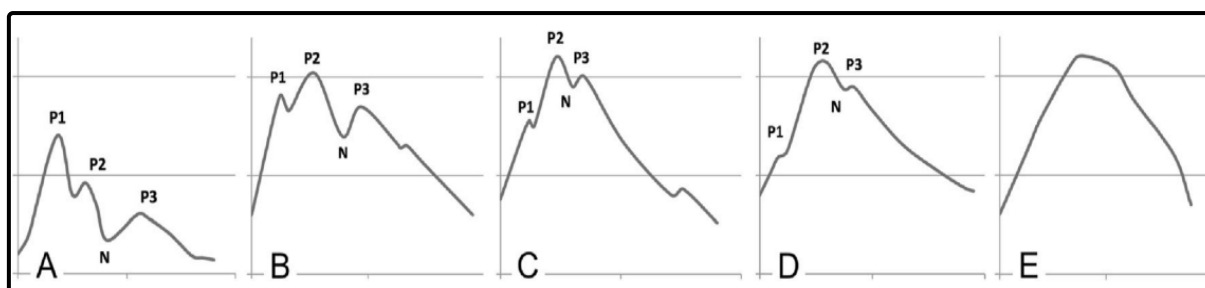
Ondas de pulso da PIC segundo Lundberg. No painel A é apresentado as características morfológicas da onda de platô (onda A) que representa grande elevação da PIC. No painel B está apresentado a morfologia da onda B, reflexo da influência do ciclo respiratório sobre a PIC. O painel C representa a onda C, reflexo das alterações do tônus vascular durante um ciclo cardíaco. Legenda: PIC: Pressão Intracraniana; mmHg: milímetros de mercúrio. Fonte: Extraído e modificado de Koizumi (1981) e Ballesterro (2021).

Considerando o princípio “*sem pulso, sem pressão*” (CZOSNYKA; CZOSNYKA, 2020) a morfologia da onda de pulso da PIC é uma ferramenta importante de monitoramento de condições neurológicas capazes de alterar à CCI (CABELLA et al., 2016; CARDIM et al., 2016b; VILELA et al., 2016; BALLESTERO et al., 2017; FRIGIERI et al., 2018; ANDRADE et al., 2021; RICKLI et al., 2021a). Tal morfologia, obedece o princípio fundamental transcrito na doutrina Monro-Killie sobre a constância do volume na cavidade craniana em condições normais, sendo esse equilíbrio, dependente do volume do conteúdo intracraniano (tecido cerebral, volumes de sangue e LCR) (ver Figura 4, pág. 28) (OCAMOTO et al., 2021a; ANDRADE et al., 2021). Nesse ínterim, a CCI tem sido objeto de diversas pesquisas na tentativa de melhorar a interpretação da PIC e descrever precisamente a homeostase cerebral ou sua perda, permitindo a antecipação de estados neurocríticos de deterioração da função cerebral que resultam em aumentos significativos da PIC (KASPROWICZ et al., 2012; KASPROWICZ et al., 2015; OCAMOTO et al., 2021a; BRASIL et al., 2021ac; RICKLI et al., 2021a).

Afinal, a CCI também pode refletir as alterações compensatórias dos vasos sanguíneos (ex.: grandes seios venosos intracranianos) e dos espaços líquóricos (ex.: cisternas, ventrículos, subaracnóides) utilizados para manter a estabilidade da PIC mediante elevações da pressão, sendo este um indicador preciso de perda de homeostase intracraniana, mais até que os próprios valores médios da PIC (HARARY; DOLMANS; GORMLEY, 2018; BRASIL et al., 2021ac). Assim, quanto maior a compensação maior a complacência do conteúdo em atenção as mudanças de volume e pressão (OCAMOTO et al., 2021b). Em virtude disso, na literatura há uma forte recomendação de que a PIC e a PPC devem ser usadas como parte do cuidado clínico em pacientes com risco de alterações hemodinâmicas intracranianas, com base em características clínicas e/ou de imagem (CARLOTTI JR; COLLI; DIAS, 1998; KIRKNESS et al., 2000; GIUGNO et al., 2003; OCAMOTO et al., 2021a; BRASIL et al., 2021b).

Desse modo, quando os mecanismos compensatórios funcionam de maneira adequada, a proporção entre os picos não se altera, mesmo diante de mudanças de volume e/ou pressão, definindo um cérebro complacente (CCI normal) (HARARY; DOLMANS; GORMLEY, 2018; ANDRADE et al., 2021; BRASIL et al., 2021ab; OCAMOTO et al., 2021b). Porém, quando os mecanismos de tamponamento se exaurem mediante elevação da PIC até níveis críticos ou quando o volume excede a reserva compensatória, a morfologia da pulso da PIC é modificada, revelando um aumento na amplitude da P2 sobre P1 (aumento da razão P2/P1- amplitude do P2 dividida pela amplitude do P1), tornando-se gradualmente piramidal, com significativo atraso no tempo de alcance até o pico mais alto (NUCCI et al., 2016; ANDRADE et al., 2021; BRASIL et al., 2021c). Tais características foram estudadas por Nucci et al. (2016) os quais estabeleceram um parâmetro de interpretação da morfologia da onda de pulso da PIC classificando-a de quatro maneiras diferentes: Classe I - refere-se ao pulso de onda normal, Classe II - morfologia potencialmente patológica, Classe III – morfologia provavelmente patológica, e Classe IV - morfologia patológica (Figura 10).

Figura 10 - Morfologia e classificação da forma de onda da pressão de pulso da PIC.



(A) Classe I: normal; (B) Classe II: potencialmente patológico; (C) Classe III: provavelmente patológico; (D) e (E) Classe IV: patológico. P1: pico sistólico; P2: pico *tidal*; N: entalhe dicrótico; P3: pico dicrótico. Fonte: Extraído de Nucci et al. (2016).

Não bastando, através da observação da amplitude relativa dos picos, é possível extrair informações clínicas relevantes, como: aumento da PIC média em função do aumento da amplitude dos três picos, perda da PPC mediante redução na amplitude de P1 (FRIGIERI et al., 2018; CZOSNYKA; CZOSNYKA, 2020; ANDRADE et al., 2021; OCAMOTO et al., 2021b; RABELO et al., 2021a; MORAES et al., 2022; ROSSI et al., 2022) e diminuição da CCI em função do aumento da P2 e/ou superação da P2 em relação a P1, sendo 0,8 (P2 igual à 80% da P1) o valor limítrofe de normalidade estabelecido pela literatura para a razão P2/P1 (KIRKNESS et al., 2000; FAN et al., 2008; CABELLA et al., 2016; VILELA et al., 2016; BALLESTERO et al., 2017). Valores >1,0 indicam CCI anormal (CZOSNYKA; CZOSNYKA, 2020; BRASIL et al., 2021b; RICKLI et al., 2021b; OCAMOTO et al., 2021a; MORAES et al., 2022) e valores >1,2 estão relacionados a hipertensão intracraniana (BRASIL et al., 2021a).

Em continuação, o atraso da propagação mecânica do LCR através do SNC é chamado de latência ou tempo para o pico (trad. do inglês: *time to peak*) (TTP). O TTP é calculado a partir do intervalo de tempo entre o início de cada pulso até sua maior amplitude global (ver Figura 8, pág. 34), sendo sua relação com a duração total do pulso técnica de interpretação do momento exato em que ocorre o pico mais alto, independente da frequência cardíaca. Logo, se o TTP for longo, o pico mais alto provavelmente será P2, mas, se o TTP for curto, é provável que o pico mais alto seja P1 (ANDRADE et al., 2021; GOMES et al., 2021; MORAES et al., 2022). Ademais, por apresentar forte correlação com a razão P2/P1, o TTP também pode ser utilizado como parâmetro de funcionamento cerebrovascular, sendo 0,2s (segundos) o valor limítrofe estabelecido por estudos prévios para classificação de TTP normal (<0,2s) ou anormal (>0,02s) (ANDRADE et al., 2021; GOMES et al., 2021; MORAES et al., 2022).

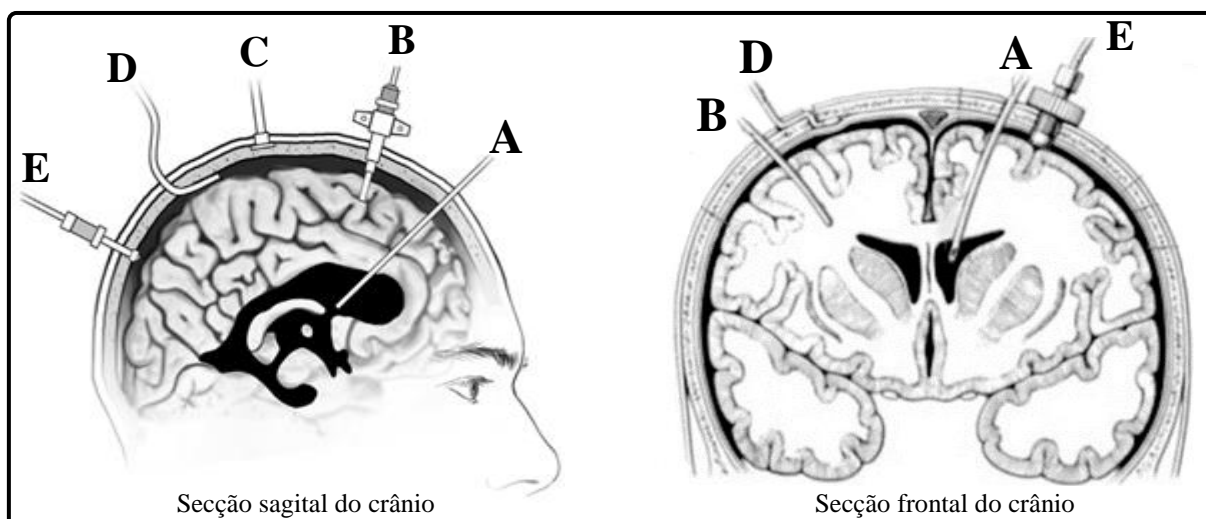
Assim, como a P1 deriva da distensão ou constrição das artérias cerebrais e correlaciona-se com a amplitude do pulso mediante alterações de pressão, o aumento da PAM dentro da faixa de autorregulação é acompanhado de vasoconstrição da vasculatura craniana. Quadro passível de observação através da diminuição da razão P2/P1, circunscrita pela rápida extensão de P1 e retardo no aumento do volume sanguíneo no compartimento craniano e de P2, e do TTP. Estas modificações quando acompanhadas da manutenção da autorregulação cerebral, reflexo de mecanismos autorregulatórios, provocam aumento da velocidade do FSC, diminuição do volume de sangue no compartimento craniano, deslocamento da curva pressão-volume para a esquerda e conseqüentemente aumento da CCI. Mas, quando a P1 diminui concomitantemente ao aumento da P2 a curva de pressão-volume é deslocada para a direita, reflexo da vasodilatação das artérias cerebrais e transmissão linear da PAM ao compartimento craniano, resultando no aumento da PIC e diminuição da CCI (ROSE; MAYER, 2004; HARARY; DOLMANS;

GORMLEY, 2018; CZOSNYKA; CZOSNYKA, 2020; RABELO et al., 2021a). Sem dúvidas, a PIC é um fenômeno fisiológico complexo que contém informações combinadas sobre mecanismos cerebrais compensatórios e de regulação do FSC exigindo monitoramento contínuo, seja através de métodos de análise direta ou indireta, afim de compreender as fisiopatologias associadas a elevação e ou redução da PIC (CZOSNYKA; PICKARD, 2004). Algumas dessas técnicas utilizadas para avaliação da PIC são descritas no tópico a seguir.

1.1.3. Neuromonitorização da PIC: métodos invasivos e não invasivos

O conhecimento da PIC é essencial na neurologia e neurocirurgia e pode ser usado no diagnóstico e prognóstico de diversas patologias (ex.: acidente vascular cerebral, hipertensão intracraniana, hidrocefalia, tumores, traumas, hemorragia, etc.) (CZOSNYKA; PICKARD, 2004; CARDIM et al., 2016ab; VILELA et al., 2016; RABELO et al., 2021b; OCAMOTO et al., 2021b). Frente ao exposto e recordando os componentes e propriedades da PIC supramencionados (ver tópicos 1.1.1 e 1.1.2.), inúmeros métodos foram desenvolvidos e utilizados na prática clínica neurointensiva para mensuração da PIC de modo invasivo. Esses métodos incluem a inserção de cateteres e transdutores de pressão nos espaços: subdural, epidural, subaracnóideo, intraparenquimatoso ou intraventricular; sendo o último desenvolvido por Lundberg na década de 1960, até hoje considerado o padrão-ouro, tendo aplicação baseada em um cateter intraventricular conectado a um transdutor de pressão ao nível do ouvido externo meatus (Figura 11) (FAN et al., 2008; COOPER et al., 2011; KASPROWICZ et al., 2012; MARSHALL et al., 2013; DIAS et al., 2016; PEREZ-BARCENA; LLOMPART-POU; O'PHELAN, 2014; CABELLA et al., 2016; CARNEY et al., 2017; MORAES; SILVA, 2021).

Figura 11 - Métodos de avaliação invasiva da PIC.



Legenda na próxima página.

A - Dispositivo intraventricular (ventriculosmia) em que o sensor, com uma sonda, atravessa o parênquima para acessar o ventrículo lateral; B - Dispositivo intraparenquimatoso, onde o sensor é introduzido dentro do parênquima cerebral, nessa ilustração, com uso de “bolt” para fixação; C – Dispositivo epidural; D – Dispositivo subdural; E - Dispositivo subaracnóideo. Fonte: Extraído e modificado de Perez-Barcena, Llompart-Pou e O’phelan (2014) e Harary, Dolmans e Gormley (2018).

Apesar de permitir a mensuração dos valores absolutos da PIC, e em alguns casos, drenagem de LCR e administração de antibióticos (FOLCHINI et al., 2021; SONIG et al., 2020), esses métodos apresentam limitações relacionadas a necessidade de procedimentos cirúrgicos, dificuldades ou impossibilidades de posicionamento do cateter em caso de compressão ou obstrução, risco exacerbado de infecções correlatas (5% e 10% dos casos) em função do tempo de aplicação da técnica, e o alto custo dos procedimentos (LOZIER et al., 2002; KASPROWICZ et al., 2015; CABELLA et al., 2016; FRIGIERI et al., 2018; RABELO et al., 2021; GOMES et al., 2021; MORAES; SILVA, 2021). No entanto, ainda que heterogêneas, o monitoramento da PIC através dessas técnicas justifica-se pelo impacto significativo sobre os desfechos de pacientes neurocríticos (ROBBA et al., 2021).

Contudo, mediante à natureza traumática dessas técnicas e complicações associadas, métodos não invasivos com graus variados de acurácia foram introduzidos e atualmente são amplamente pesquisados na literatura (Tabela 1, pág. 40) (PEREZ-BARCENA; LLOMPART-POU; O’PHELAN, 2014; MORAES; SILVA, 2021). Entre esses métodos, estão: ultrassonografia transcraniana com doppler (HANLO et al., 1995), vibrações do crânio (UENO et al., 1998), emissões otoacústicas (FRANK et al., 2000), ressonância magnética para estimar a CCI (ALPERIN et al., 2000), ressonância do tecido cerebral (MICHAELI; RAPPAPORT, 2002), tempo transcraniano de vôo (RAGAUSKAS et al., 2003), registro de potenciais evocados visuais (ZHAO; ZHOU; ZHU, 2003), deslocamento da membrana timpânica (SHIMBLES et al., 2005), avaliação do diâmetro da bainha do nervo óptico (GEERAERTS et al., 2007), oftalmodinometria venosa (QUERFURTH et al., 2010) e compressão do globo ocular guiado por ultrassom (BARTUSIS et al., 2012). De fato, a ideia de um método não invasivo de aliação da PIC capaz de vencer os desafios de fornecer a morfologia do pulso, assim como o valor absoluto em mmHg de forma contínua, fácil de usar, segura, menos onerosa, sem risco de infecção ao paciente e aplicável em diversas, se não todas, as situações, é cativante (CABELLA et al., 2016; RABELO et al., 2021a).

Diante disso, Mascarenhas et al. (2012) desenvolveram um novo método não invasivo e indolor, ao demonstrar que mesmo após o fechamento das fontanelas existem pequenas alterações volumétricas no crânio devido às alterações de volume, em relação linear com o aumento da PIC, possibilitando a mensuração da mesma por meio da extensibilidade craniana

e a análise da forma de onda e da relação P2/P1, contestando a ideia de inextensibilidade do crânio imposta pela doutrina Monro-Kellie (MASCARENHAS et al., 2012).

Tabela 1 – Principais técnicas de monitoramento da PIC suas vantagens e limitações.

Técnicas	Classificação	Vantagens e Limitações
Cateter ventricular	Invasivo	1. Mede a PIC global. 2. Pode ser recalibrado. 3. Permite a drenagem do LCR. 4. Administração de antibióticos. 5. Risco elevado de infecção.
Cateter intraparenquimatoso	Invasivo	1. Pode ser calibrado. 2. Custo elevado. 3. Não permite a drenagem do LCR. 4. Risco de infecção.
Sensores PIC implantáveis	Invasivo	1. Risco de sangramento e infecção.
Sensores de telemetria e sensores miniatura	Invasivo	1. Eletrônica biocompatível, fontes de energia biocompatíveis e telemetria eficiente. 2. Risco de sangramento e infecção.
Sensores de pressão biodegradáveis	Invasivo	1. Risco de infecção.
Punção lombar	Invasivo	1. Baixa fidedignidade da medição da PIC quando as vias do FSC estão obstruídas. 2. Risco de infecção.
Monitoramento de PIC peridural	Invasivo	1. Risco de sangramento reduzido. 2. Risco de infecção.
Fontanometria	Não invasivo	1. Boa correlação com valores reais de PIC. 2. Utilizado somente em lactentes e limitações de movimento.
Doppler transcraniano	Não invasivo	1. Acessível, com aferições que reproduzem a CCI. 2. Dependente operador. 3. Mudanças na direção da sonda podem afetar significativamente o sinal Doppler, podendo este ser afetado também por outras alterações fisiológicas (e.x: alterações relacionadas à medicação, autorregulação e hiperemia. 4. Não permite acesso ao valor da PIC.
Métodos ópticos (ex.: Oftalmodinamometria venosa, Tonometria; Pupilometria)	Não invasivo	1. Acessível e baixo custo. 2. Depende de um aqueduto coclear patente, que serve como filtro mecânico para transmissão de sinais derivados de PIC. 3. Dependente do operador e das condições do globo ocular. 4. Resultados conflitantes. 5. Não acessa valores de PIC.
Métodos baseados em imagem (ex.: ressonância magnética)	Não invasivo	1. Boa correlação com valores reais de PIC. 2. Fornece apenas avaliações de curto prazo. 3. Medições repetitivas não são possíveis. 3. Custo elevado, pouco acessível e não disponível em muitas configurações.
Métodos acústicos (ex.: Acustoelasticidade, Timpanometria, Emissões otoacústicas)	Não invasivo	1. Boa correlação com alterações na PIC. 2. Não há métodos acústicos validados para medir a PIC de forma não invasiva. 3. Necessita de aqueduto coclear patente e boas condições do ouvido.
Eletroencefalograma	Não invasivo	1. Acessível e baixo custo. 2. Não acessa diretamente a PIC, mas o metabolismo cerebral.
Espectroscopia no infravermelho próximo	Não invasivo	1. Aferições que reproduzem a CCI. 2. Pouco acessível.
Diâmetro da bainha do nervo óptico	Não invasivo	1. Rápido e acessível. 2. Dependente do operador e das condições do globo ocular e nervo óptico. 3. A habilidade de separar a PIC alta e baixa é principalmente uma ferramenta de triagem e menos valiosa à beira do leito.
Método Brain4care®	Não invasivo	1. Dependente de manipulador. 2. Monitorização em pacientes pré-cirúrgicos.

Legenda: CCI: Complacência Intracraniana; FSC: Fluxo Sanguíneo Cerebral; LCR: Líquido Cefalorraquidiano; PIC: Pressão Intracraniana. Fonte: Extraído e modificado de Folchini et al. (2021) e Ballesterio (2021).

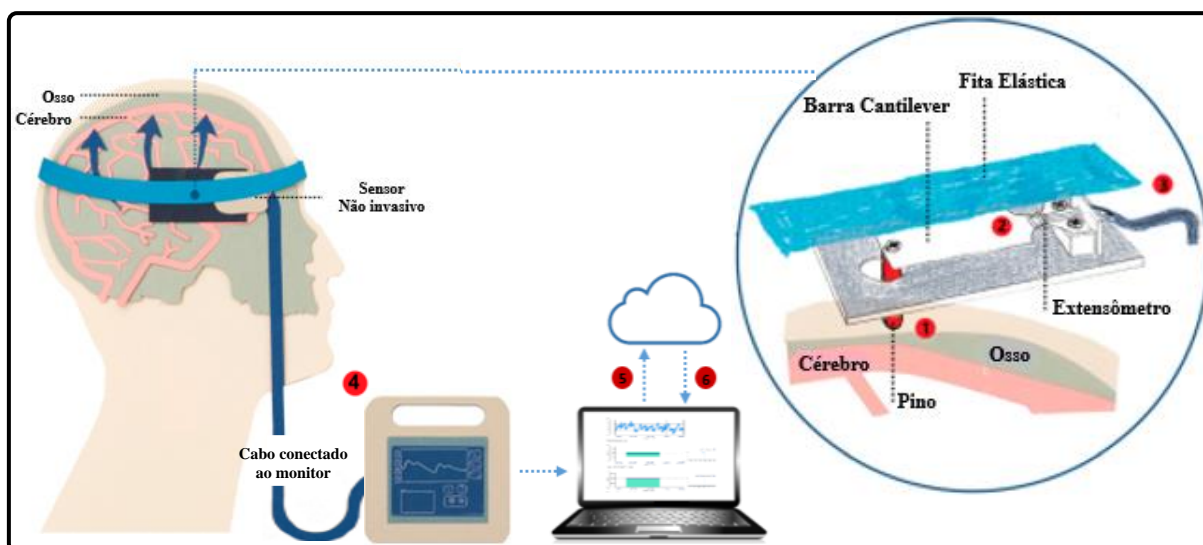
Neste método um extensômetro mecânico de resistência elétrica (strain gauge) fixado a uma barra cantilever, com sensibilidade à movimentos cranianos de $<0,2$ micrômetros, apoiado em uma faixa com presilha ajustável é responsável por detectar microdeformações da superfície do crânio em respostas às alterações da pressão em seu interior (BALLESTERO et al., 2017; DHAESE et al., 2021; BRASIL et al., 2021abc; ANDRADE et al., 2021). O contato não invasivo com o crânio é realizado através de uma pressão leve e direta sobre o couro cabeludo, sem tricotomia, na região fronto temporal à aproximadamente três centímetros do primeiro terço da linha orbitomeatal, até que um sinal ótimo seja detectado (BRASIL et al., 2021abc; ROJAS et al., 2021). Assim, os ramos da artéria temporal superficial e o músculo temporal são evitados e o contato do sensor ocorre em uma área de pele fina e de menor espaço entre sua superfície e o osso do crânio (FRIGIERI et al., 2018; BRASIL et al., 2021bc).

Na sequência, o sinal elétrico detectado pelo sensor é filtrado, amplificado e processado digitalmente em um monitor resultando em gráficos com os valores da morfologia da onda de pulso da PIC ao longo da avaliação (Figura 12, pág. 42) (PEREZ-BARCENA; LLOMPART-POU; O'PHELAN, 2014; BALLESTERO et al., 2017). Posteriormente os dados coletados, ou seja, morfologia da onda de pulso da PIC [P1 (onda de percussão), P2 (onda *tidal*) e P3 (onda dicrótica), ver tópico 1.1.2., pág. 33] e parâmetros associados, como: razão P2/P1, TTP e amplitudes de intervalo de pulso em milivolts (mV) (amplitudes médias de cada pulso) (BALLESTERO et al., 2017; BRASIL et al., 2021a; OCAMOTO et al., 2021a; MORAES et al., 2022) são analisados pelo sistema analítico da empresa Brain4care® (Brain4Care Health Technology®, São Carlos, São Paulo, Brasil) (ANDRADE et al., 2021), ficando disponíveis para download e interpretação dos laudos a luz de referenciais.

Reconhecendo a importância da morfologia da onda de pulso da PIC (formato tricúspide) e de sua análise para monitorar o estado clínico do paciente, bem como das semelhanças entre os métodos invasivos e não invasivos, o método não invasivo pode ser usado para monitorar mudanças relativas na PIC apesar da ausência de valores absolutos em mmHg (FRIGIERI et al., 2018). Tal discurso justifica-se através de estudos prévios que comprovaram a existência de correlação forte e positiva ($>0,8$; $p<0,05$) entre o método de avaliação não invasivo desenvolvido por Mascarenhas et al. (2012) com métodos invasivos, identificando assinaturas de domínio de frequência similares (métodos de gravação da PIC eram idênticos), ainda que registrados em locais diferentes - um dentro e outro fora do crânio (VILELA et al., 2016; FRIGIERI et al., 2018; GOMES et al., 2021; MORAES et al., 2022). Finalmente explícito as principais características e métodos de avaliação da PIC, a seguir abordaremos os efeitos do exercício físico na homeostase cardiovascular, hemodinâmica e metabólica, em especial o

treinamento suspenso (TS), e em seguida apresentaremos pesquisas prévias que procuraram explicar os efeitos do exercício sobre a dinâmica intracraniana, principalmente na PIC.

Figura 12 - Desenho esquemático demonstrando detalhes sobre a operação não invasiva do dispositivo e aquisição de dados.



Legenda: Etapa 1 - Detecção: um pino é pressionado diretamente no couro cabeludo e oscila com a deformação do osso do crânio resultante de mudanças de pressão no interior. Etapa 2 – Transformação: oscilações movem as barras cantilever e os medidores de tensão, transformando as deformações mecânicas em sinais elétricos. Etapa 3 – Transmissão: um cabo elétrico conduz o sinal para o monitor. Etapa 4 – Amplificação: o equipamento filtra, amplifica, digitaliza e registra o sinal. Etapa 5 – Análise: os dados são transferidos para um software analtico dentro da nuvem por meio de um dispositivo móvel, onde é analisado, gerando um laudo do paciente. Etapa 6 – Interpretação: os laudos dos pacientes ficam disponíveis para download e interpretação a luz de referências. Fonte: Extraído e adaptado de Ballesterio et al. (2017).

1.2. Exercício físico como remédio não-farmacológico associado à melhora da saúde

O comportamento sedentário caracterizado por atividades de baixo GE ($\leq 1,5$ equivalentes metabólicos – MET's) durante a manutenção de uma postura sentada, reclinada ou deitada tem aumentado substancialmente nas últimas décadas em todo o mundo (BOOTH; ROBERTS; LAYE 2012; MENEGUCI et al., 2015; TREMBLAY et al., 2017; PANAHI; TREMBLAY, 2018; HADGRAFT et al., 2020; FRIEDENREICH; RYDER-BURBIDGE; MCNEIL, 2021). Quando associada ao sedentarismo, existem fortes evidências que a inatividade física (atividade física moderada ou intensa com volume $<150-300$ min./sem. ou $<75-150$ min./sem., respectivamente) potencializa o risco de inúmeras condições adversas à saúde (ACSM, 2006; FOGELHOLM; STALLKNECHT; VAN BAAK, 2006; GARBER et al., 2011; ACSM, 2011; JENSEN et al., 2014; PINCKARD; BASKIN; STANFORD, 2019; BULL et al., 2020). Preocupantemente, este cenário, somado a uma dieta obesogênica, rica em gorduras saturadas e açúcares simples, provoca um balanço energético desequilibrado marcado pela superação do processo de lipogênese sobre a lipólise (PANAHI; TREMBLAT, 2018;

LONGO et al., 2019; KAHN; WANG; LEE, 2019; KAWAI; AUTIERI; SCALIA, 2021) e, pelo armazenamento do excedente energético no tecido adiposo (TA) e/ou em locais ectópicos, como: fígado, pâncreas, músculo esquelético, entre outros (MENEGUCI et al., 2015; MARQUES et al., 2018; LONGO et al., 2019; COSTA et al., 2022).

Como resultado ocorre a instalação de um estado inflamatório crônico de baixo grau caracterizado pela hipertrofia do TA, desregulação de mediadores imunológicos, alterações na concentração do perfil lipídico, na função endotelial e apoptose das células (MONTEIRO; AZEVEDO, 2010; MARQUES et al., 2018; LONGO et al., 2019; KAWAI; AUTIERI; SCALIA, 2021). Esse processo está intimamente relacionado ao desenvolvimento de doenças cardiovasculares, diabetes mellitus tipo II, hipertensão arterial, dislipidemia, esteatose não alcoólica e alguns tipos de câncer, que juntas caracterizam a síndrome metabólica (MONTEIRO; AZEVEDO, 2010; LEE et al., 2012; MENEGUCI et al., 2015; MARQUES et al., 2018; HADGRAFT et al., 2020; SCHEFFER; LATINI, 2020; FRIEDENREICH; RYDER-BURBIDGE; MCNEIL, 2021). Não bastando, este cenário também pode afetar a morfologia da onda de pulso da PIC (OCAMOTO et al., 2021a). Porém, a realização de exercício físico de modo regular pode reverter os danos causados na saúde dos indivíduos (JAKICIC; DAVIS, 2011; MARQUES et al., 2018; SU et al., 2019; HSU et al., 2019; SCHEFFER; LATINI, 2020).

Em síntese, durante a realização de exercícios físicos ocorrem adaptações fisiológicas com objetivo de atender às demandas elevadas dos músculos ativos. Tais adaptações ocorrem em diferentes estágios do exercício, nos diferentes tecidos, de maneira integrada, afim de manter a homeostase celular diante da nova demanda metabólica provocada (MONTEIRO; SOBRAL FILHO, 2004; HAWLEY et al., 2014; PINCKARD; BASKIN; STANFORD, 2019; SCHEFFER; LATINI, 2020). Para que este processo aconteça alguns mecanismos são acionados no sistema cardiovascular, e estes, a partir de arcos reflexos constituídos de receptores, vias aferentes, centros integradores, vias eferentes e efetores, realizam ajustes exemplificados pela elevação da frequência cardíaca (FC), do volume sistólico, da pressão arterial sistólica (PAS) proporcional ao débito cardíaco, da perfusão circulatória e redistribuição do fluxo sanguíneo aos músculos em atividade por vasoconstrição simpática nos tecidos não exercitados (MONTEIRO; SOBRAL FILHO, 2004; MCARDLE; KATCH; KATCH, 2016; GUYTON; HALL, 2017; GOMES; PAGAN; OKOSHI, 2019). Além disso, a pressão arterial diastólica (PAD) reflete a eficiência da vasodilatação local dos músculos ativos. Assim, ao longo das primeiras horas pós-estímulo nota-se uma discreta redução dos níveis tensionais concomitante a expansão do volume plasmático e melhora da função endotelial provocada pela força de cisalhamento gerada pelo aumento do fluxo sanguíneo e síntese de óxido nítrico, e

como efeito, redução da resistência vascular periférica (MONTEIRO; SOBRAL FILHO, 2004; HAWLEY et al., 2014; MCARDLE; KATCH; KATCH, 2016; POBLETE-ARO et al., 2018). Cronicamente, estudos anteriores relatam adaptações do sistema cardiovascular frente ao exercício físico exemplificadas pela bradicardia relativa de repouso, diminuição da PA, hipertrofia muscular, hipertrofia ventricular esquerda fisiológica, aumento do consumo máximo de oxigênio ($VO_{2máx}$), angiogênese, aumentando o fluxo sanguíneo para os músculos esqueléticos e para o músculo cardíaco (MONTEIRO; SOBRAL FILHO, 2004; CORNELISSEN; SMART, 2013; CARPIO-RIVERA et al., 2016; POBLETE-ARO et al., 2018; PINCKARD; BASKIN; STANFORD, 2019; SU et al., 2019; WALLER et al., 2020).

Concomitante às adaptações cardiovasculares supracitadas, ocorrem também, adaptações metabólicas exemplificadas pelo aumento do GE, da concentração de lactato ([Lac]) na corrente sanguínea e diminuição da glicemia (BOOTH; ROBERTS; LAYE, 2012; MAGOSSO et al., 2013; HAWLEY et al., 2014; MAGOSSO et al., 2017; SU et al., 2019; DOS SANTOS RODRIGUES et al., 2021; TEIXEIRA et al., 2021). O GE elevado durante e após o exercício físico, efeito da constante clivagem e ressíntese de adenosina trifosfato, favorece a redução dos estoques de gordura e melhora do metabolismo da glicose a partir do aumento da sensibilidade à insulina e ativação de cascatas de sinalização independentes de insulina via AMPK (proteína quinase ativada por adenosina monofosfato) (ROPELLE; PAULI; CARVALHEIRA, 2005; MOGHETTI et al., 2016; POBLETE-ARO et al., 2018; SU et al., 2019; KUMAR et al., 2019; FRIEDENREICH; RYDER-BURBIDGE; MCNEIL, 2021). Observa-se também uma ação anti-inflamatória caracterizada pela produção de miocinas (citocinas produzidas pelo músculo esquelético) capazes de reduzir a expressão de citocinas pró-inflamatórias (ex.: Interleucina 6, Fator de Necrose Tumoral- α , etc.) advindas de outros tecidos, bem como aumentar a mobilização e oxidação de gordura, e diminuir o acúmulo lipídico e ativação de receptores toll-like 4 (THOMPSON et al., 2012; LANCASTER; FEBBRAIO, 2014; PINCKARD; BASKIN; STANFORD, 2019; SCHEFFER; LATINI, 2020; FRIEDENREICH; RYDER-BURBIDGE; MCNEIL, 2021; COSTA et al., 2022).

Indubitavelmente, o exercício físico é uma importante ferramenta não-farmacológica (GOMES; PAGAN; OKOSHI, 2019). Porém, para que essas adaptações ocorram de modo satisfatória é essencial o controle de variáveis de treinamento [ex.: modalidade (resistido, funcional, aeróbio); frequência (número de estímulos em determinado tempo), intensidade (esforço muscular aplicado), volume (total de trabalho realizado), duração do estímulo e recuperação] que juntas determinam a magnitude do abalo (respostas agudas e crônicas) causado na homeostase, passível de observação através das alterações na carga interna de

treinamento (ex.: aumento ou redução da FC, PA, [Lac], etc.) (BUCHHEIT; LAURSEN, 2013; UCHIDA et al., 2013; FLECK; KRAEMER, 2017). No próximo tópico abordaremos as principais características do TS, modalidade de treinamento utilizada neste estudo.

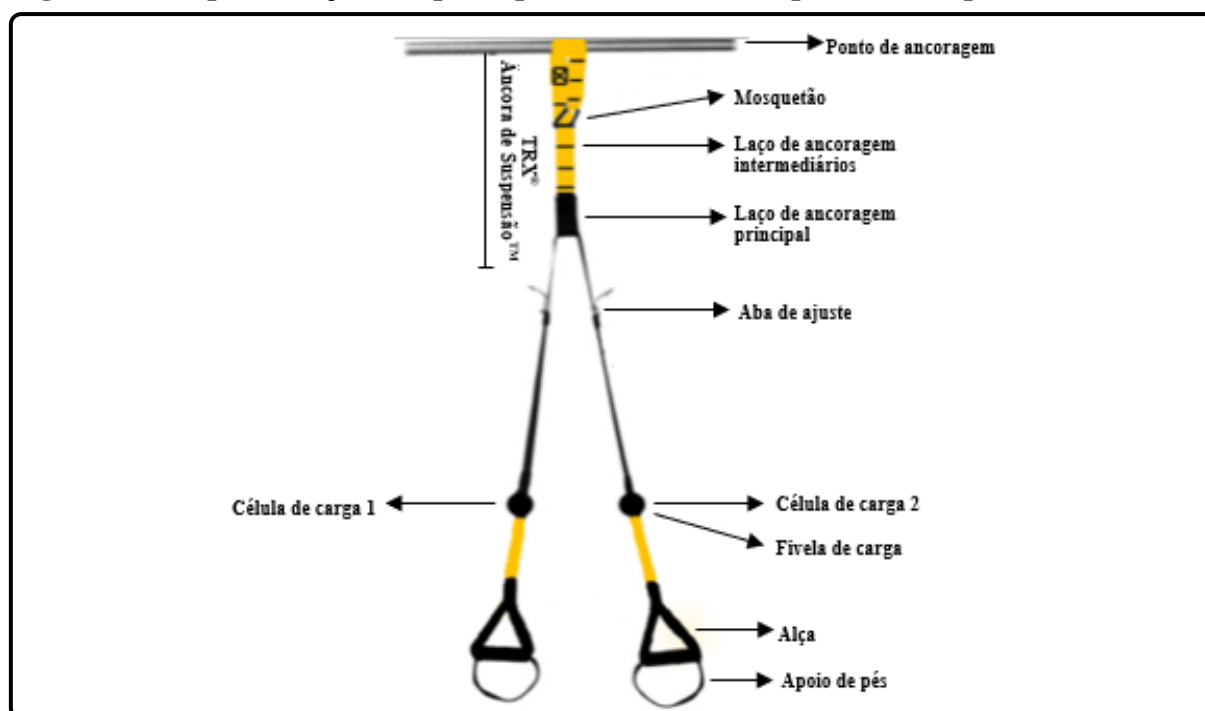
1.2.1. Treinamento suspenso: uma alternativa eficaz de treinamento personalizado

Dentre as incontáveis modalidades de treinamento descritas na literatura, o treinamento de resistência (TR) utilizando a massa corporal é uma maneira barata e eficiente de se exercitar e adquirir condicionamento físico (GIANCOTTI et al., 2018). Modalidade do TR, o TS mobiliza diversas capacidades físicas através de exercícios dinâmicos com objetivo de melhorar o desempenho nas atividades de vida diária e/ou atléticas (MONTEIRO; EVANGELISTA, 2011; SILVA-GRIGOLETTO; BRITO; HEREDIA, 2014; ANGLERI et al., 2020). Diante do exposto, apesar de existir evidências de treinamento para ginastas utilizando cordas datadas do século XIX (BYRNE et al., 2014), foi em 1997 que esta modalidade é desenvolvida pelo ex-oficial da marinha norte americana, Randy Hetrick (ARCHER, 2020). Tal ideia surgiu através da necessidade de realização de exercícios físicos em ambientes restritos (ex.: submarinos e alojamentos) sem equipamentos de treinamento, que suprissem as demandas das forças armadas da marinha dos EUA durante missões militares (HARRIS et al., 2017; DOLATI; GHAZALIAN; ABEDNATANZI, 2017; ESKIYECEK et al., 2020; ARCHER, 2020). Desde a confecção da primeira FS com cordas de jiu-jitsu e tiras de nylon, passando pela criação do método TRX[®] (Total Resistance Exercise) em 2001 (ARCHER, 2020), tal equipamento se modernizou e popularizou-se entre os praticantes de exercício físico ocupando ambientes esportivos (SANNICANDRO; COFANO; ROSA, 2015; DUDGEON et al., 2015; SMITH et al., 2016; GIANCOTTI et al., 2018; JIMÉNEZ-GARCÍA et al., 2019) e centros de reabilitação (MALLMANN et al., 2018; HUANG et al., 2021).

Caracterizado pela suspensão de um ou mais segmentos corporais presos à duas alças móveis e independentes suspensas por duas tiras (FS) com posição de ancoragem fixa (configuração em forma de V, Figura 13, pág. 46), enquanto o outro par de membros se mantém em contato com o solo, o TS permite ao praticante a realização de exercícios multiplanares e multiarticulares nos quais princípios básicos da Física (ex.: vetores de força, centro de gravidade, pêndulo) são utilizados como agentes de carga (SNARR; ESCO, 2013; BYRNE et al., 2014; MOK et al., 2015; GULMEZ, 2017; HARRIS et al., 2017; DAWES, 2017; GIANCOTTI et al., 2018; ENGEL et al., 2019; ANGLERI et al., 2020; SOLIGON et al., 2020; HUANG et al., 2021; MASOULEH et al., 2021). Assim, a carga imposta pelo TS é determinada por três princípios fundamentais: (a) vetor-resistência (intensidade determinada pela

inclinação/ângulo do corpo em relação ao solo), (b) estabilidade (tamanho e posicionamento da base de apoio em relação ao centro de gravidade) e (c) pêndulo (intensidade determinada pelo posicionamento do centro de gravidade em relação ao ponto de ancoragem) (BETTENDORF et al., 2010; GIANCOTTI et al., 2018; MALLMANN et al., 2018). Não bastasse, outros estudos demonstraram que o tempo sob tensão, a articulação mobilizada e a velocidade do estímulo também podem ser utilizados para modular a intensidade do TS (ENGEL et al., 2019; JIMÉNEZ-GARCÍA et al., 2019; SOLIGON et al., 2020). Considera-se também: altura do ponto de ancoragem (20-25% maior que a altura do praticante); ponto de ancoragem (estrutura sólida que suporte à força exercida pelo praticante); e por fim, comprimento da FS (dependente da posição do corpo em termos de inclinação e distância do ponto de ancoragem) (ROJAS-VALVERDE et al., 2020). Diante do exposto, no presente estudo a carga imposta pelo protocolo de TS foi quantificada e caracterizada através da carga de trabalho (CT): volume \times intensidade (FLECK; KRAEMER, 2017; GIANCOTTI et al., 2018).

Figura 13 - Representação das principais características, partes e componentes da FS.



Legenda: TRX®: Total Resistance Exercise. Fonte: Extraído e adaptado de Gulmez (2017).

A partir de uma posição suspensa e trabalho contra a resistência o TS provoca maior estimulação neuromuscular (SNARR; ESCO, 2013; GULMEZ, 2017; HARRIS et al., 2017; SOLIGON et al., 2020; LÓPEZ-MORANCHEL, 2021; YALFANI; BIGDELI; GANDOMI, 2021). Estímulos progressivos no músculo-alvo permitem o recrutamento otimizado de unidades motoras, sugerindo que este pode ser um modo de TR promissor ao aumento da força,

potência, massa muscular e desempenho funcional (MATÉ-MUÑOZ et al., 2014; ANGLERI et al., 2020; MARQUINA et al., 2021) em virtude de sua adaptabilidade a trabalhos personalizados (TINTO; CAMPANELLA; FASA, 2016). Isso pode promover benefícios mais significativos de desempenho funcional se comparado aos métodos de TR tradicionais, sem uso da FS (ARAZI; MALAKOUTINIA; IZADI, 2018; SOLIGON et al., 2020).

Quando comparados, TS e TR tradicional, não apresentam diferenças significativas para marcadores de dano muscular no músculo esquelético (BENI; MALEKI; SAMARI, 2021), composição corporal, controle postural, força, potência muscular (MATÉ-MUÑOZ et al., 2014; CAMPA et al., 2021) e ativação muscular nos músculos reto femoral, bíceps femoral e músculos dos membros superiores (SNARR; ESCO, 2013; SNARR; ESCO, 2014; BORREANI et al., 2015; AGUILERA-CASTELLS et al., 2019). Ao contrário, alguns estudos indicam que o TS, por gerar maior pico e atividade mioelétrica, promove aumentos em força e resistência superiores ao TR tradicional (ARAZI; MALAKOUTINIA; IZADI, 2018; MARTA et al., 2019), principalmente dos músculos flexores e extensores de tronco (MA et al., 2017), glúteo máximo e vasto lateral (MILLER et al., 2019; AGUILERA-CASTELLS et al., 2019).

Estudos recentes também relacionam o TS à diminuição da composição corporal com significante melhora do perfil lipídico (DOLATI; GHAZALIAN; ABEDNATANZI, 2017; AMINAEI; SHAMSI; NIKOEI, 2020), à redução da sarcopenia (SOLIGON et al., 2020), fadiga (JIMÉNEZ-GARCIA et al., 2021), fatores associados à doenças cardiovasculares, diabetes e dislipidemias (SMITH et al., 2016; MASOULEH et al., 2021). Concomitantemente, o TS melhora o condicionamento físico (DUDGEON et al., 2015; ZHANG, 2018; SOLIGON et al., 2020; PANCAR et al., 2021), a estabilidade funcional dos músculos do core (MOK et al., 2015; FONG et al., 2015; TINTO; CAMPANELLA; FASA, 2016; HARRIS et al., 2017), a qualidade de vida, o sono (JIMÉNEZ-GARCIA et al., 2021), a mobilidade funcional (GAEDTKE; MORAT 2016), a produção hormonal e de miocinas (VAHIDIAN-REZAZADEH; RAHMATI; MAZAHERI, 2020; RAHIMI; NAZARALI; ALIZADEH, 2021) e aumenta a massa magra (SANNICANDRO; COFANO; ROSA, 2015; CAMPA et al., 2021).

De fato, com configuração simples, baixo custo, de fácil transporte, aplicável à diversos contextos e ajustável às necessidades individuais e grande variedade de exercícios oportunistas (GIANCOTTI et al., 2018; JIMÉNEZ-GARCÍA et al., 2019; ANGLERI et al., 2020; HUANG et al., 2021; MARQUINA et al., 2021) o TS pode ser uma alternativa relevante e eficaz de treinamento personalizado (SOLIGON et al., 2020; BENI; MALEKI; SAMARI, 2021). Porém, é necessário investigar se a instabilidade ou auxílio provocado por esta modalidade pode alterar variáveis pouco pesquisadas, como a morfologia da pulso da PIC.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Efeito do exercício físico sobre a dinâmica intracraniana

As adaptações promovidas pelo exercício físico sobre os tecidos e órgãos do corpo humano são amplamente investigadas e apresentadas pela literatura. No entanto, ainda que nos últimos anos os métodos de avaliação da PIC tenham sido aprimorados permitindo a coleta de informações de forma não invasiva, poucos estudos pesquisaram os efeitos do exercício físico sobre a PIC. Logo, foi realizada uma breve revisão integrativa da literatura com o objetivo de identificar os principais efeitos do exercício físico sobre a dinâmica intracraniana de indivíduos com afecções neurológicas ou saudáveis verificados até a consolidação dessa pesquisa, bem como as lacunas científicas relacionadas ao fenômeno estudado.

2.1.1. Metodologia de pesquisa da revisão integrativa nas bases de dados eletrônicos

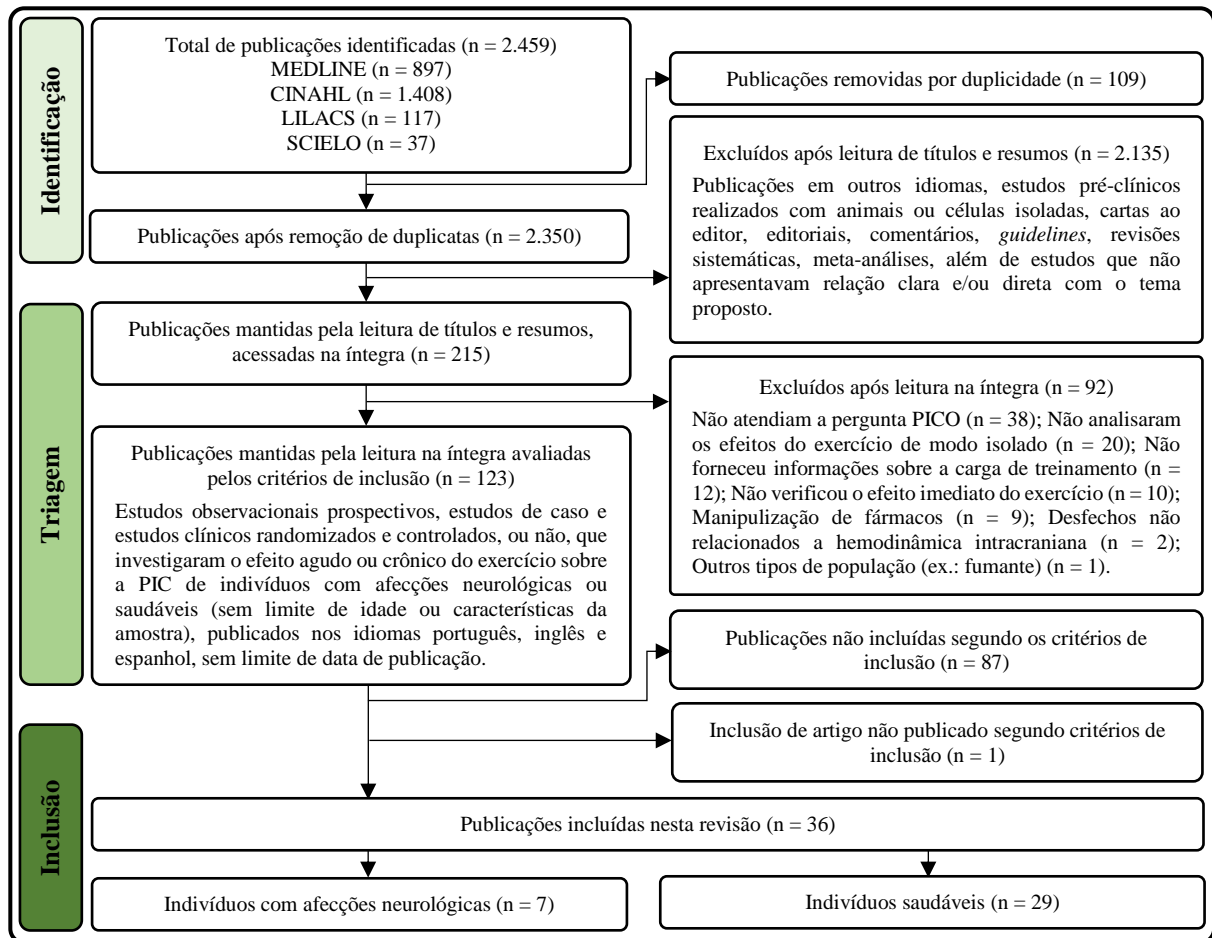
Em consonância com as recomendações de Sousa et al. (2017) esta revisão seguiu criteriosamente as seguintes etapas: (a) identificação do tema e seleção da questão de pesquisa; (b) estabelecimento de critérios para inclusão e exclusão de estudos/amostragem; (c) definição das informações a serem extraídas dos estudos selecionados; (d) avaliação dos estudos incluídos na revisão integrativa; (e) interpretação dos resultados; e (f) apresentação da revisão. Para tal, foi utilizada a estratégia “PICO”, cujo o acrônimo P (*população*) - I (*intervenção*) - C (*comparação*) - O (*desfecho*), é preenchido com a questão levantada e então a busca é realizada nas bases de dados (SANTOS; PIMENTA; NOBRE, 2007). Nesta revisão o acrônimo determinado foi: P - indivíduos com afecções neurológicas ou saudáveis; I - exercício físico; C – não se aplica; e O - alterações na dinâmica intracraniana. Sendo assim estabeleceu-se a seguinte pergunta norteadora: “*Quais os efeitos provocados pelo exercício físico sobre a dinâmica intracraniana de indivíduos com afecções neurológicas ou saudáveis?*”

Para o levantamento dos artigos, as bases de dados eletrônicas utilizadas foram: MEDLINE (Medical Literature Analysis and Retrieval System Online) via PubMed (Public Medline), CINAHL (Cumulative Index to Nursing and Allied Health Literature), LILACS (Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde) via BVS (Biblioteca Virtual em Saúde) e SCIELO (Scientific Eletronic Library Online). Foram utilizados os descritores: “*intracranial pressure*” AND “*exercise*”, definidos segundo a plataforma MeSH (Medical Subject Heading Terms) via DeCS (Descritores em Ciências da Saúde) somados a sinônimos, para que não se perdesse nenhuma publicação (Apêndice 1, pág. 106). O cruzamento dos dados foi realizado pela busca avançada utilizando os operadores booleanos: “AND e OR”.

Foram incluídos nesta revisão: estudos observacionais prospectivos, estudos de caso e estudos clínicos controlados e randomizados, ou não, que investigaram o efeito agudo ou crônico do exercício físico sobre a dinâmica intracraniana de indivíduos com afecções neurológicas ou saudáveis (sem limite de idade ou características da amostra), publicados nos idiomas português, inglês e espanhol, sem limite de data de publicação. Em contrapartida, foram excluídas: publicações em outros idiomas, estudos pré-clínicos realizados com animais ou células isoladas, cartas ao editor, editoriais, comentários, *guidelines*, revisões sistemáticas, meta-análises e estudos que não apresentavam relação clara e/ou direta com o tema proposto. Esses procedimentos foram realizados através do gerenciador de referências online Rayyan® (OUZZANI et al., 2016). Para a extração dos dados, foi utilizado um roteiro estruturado próprio, contemplando: autor, título, revista/ano, tipo de estudo, população, método de avaliação da PIC, protocolo de exercício e principais resultados. Os resultados relevantes ao conhecimento da temática foram avaliados para a produção de evidências. O período da revisão foi compreendido entre dezembro de 2021 e janeiro de 2022 (pesquisa refeita em janeiro de 2023).

2.1.2. Resultados e discussão da revisão integrativa da literatura

A seleção dos artigos foi realizada mediante busca online nas bases de dados MEDLINE (n = 897), CINAHL (n = 1.408), LILACS (n = 117) e SCIELO (n = 37), totalizando 2.459 trabalhos. Durante as etapas de identificação, através da leitura de títulos e resumos, e de triagem, que envolveu análise textual na íntegra, foram descartados 2.244 trabalhos devido à: duplicata, não estarem relacionados diretamente ao tema e objetivo desta revisão, não responderem adequadamente à pergunta “PICO”, não analisarem os efeitos do exercício de modo isolado, não fornecerem informações sobre a carga de treinamento, não verificarem o efeito imediato do exercício, manipularem fármacos concomitantemente ao exercício físico, apresentarem desfechos não relacionados a dinâmica intracraniana, envolverem outros tipos de população ou devido a aplicação dos critérios de exclusão anteriormente citados; obtendo-se 123 artigos selecionados para leitura completa. Finalmente, após a aplicação dos critérios de inclusão, 35 estudos compuseram a amostra desta revisão (Apêndice 2, pág. 107). Adicionalmente, foi realizada análise das referências dos artigos selecionados e nenhuma outra publicação foi incluída. Excepcionalmente, foi incluído um artigo não publicado de nosso laboratório por atender aos critérios de inclusão e satisfazer a temática deste estudo. Todas as etapas desta revisão foram elaboradas de acordo com a recomendação PRISMA (Principais Itens para Relatar Revisões Sistemáticas e Metanálises) (Figura 14) (PAGE et al., 2022). Após análise, os resultados foram categorizados em quatro unidades temáticas apresentadas a seguir.

Figura 14 - Fluxograma das etapas realizadas durante a seleção dos artigos.

Legenda: MEDLINE: Medical Literature Analysis and Retrieval System Online; CINAHL: Cumulative Index to Nursing and Allied Health Literature; LILACS: Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde; SCIELO: Scientific Electronic Library Online. Fonte: Elaborado pelo próprio autor segundo Page et al. (2022).

2.1.2.1. Características dos estudos incluídos na revisão

Esta revisão foi composta por estudos publicados em inglês, entre os anos de 1996 e 2022, em revistas de fisiologia (n=17), neurologia (n=8), neurocirurgia (n=4), medicina esportiva (n=2), cardiologia (n=2), pediatria (n=1) e oftalmologia (n=1), somados a um estudo não publicado de nosso laboratório. Dos 36 trabalhos incluídos, todos eram pesquisas originais, intervencionistas, clínicas e prospectivas. Desses, 11 estudos eram randomizados (FISHER et al., 2008; ROTH et al., 2013; DRAPEAU et al., 2019; TALLON et al., 2019; WITTE et al., 2019; BURMA et al., 2020ab; THOMAS et al., 2020; TARUMI et al., 2021; ABBARIKI et al., 2022; LEE; CHO; ROH, 2022) e 25 não-randomizados, sendo o grupo experimental seu próprio controle (HELLSTROM et al., 1996; KOCH et al., 1996; BRIMIOULLE et al., 1997; POULIN; SYED; ROBBINS, 1999; DICKERMAN et al., 2000; HAYKOWSKY et al., 2003; POTT et al., 2003; AINSLIE et al., 2007; OGOH et al., 2007; BOLLO et al., 2010; MURRELL et al., 2013; THELANDERSSON et al., 2016; VERBREE et al., 2017; STEVENTON et al., 2018;

WARD et al., 2018; KLEIN et al., 2019; SCOTT et al., 2019; SMITH et al., 2019; GIBBONS et al., 2021; ZINK et al., 2021; WESTON et al., 2021; WESTON et al., 2022; MAST et al., 2022; LAKE et al., 2022; TEIXEIRA et al. [dados não publicados]). Ademais, do total de trabalhos, 30 investigaram os efeitos agudos (HELLSTROM et al., 1996; BRIMIOULLE et al., 1997; POULIN; SYED; ROBBINS, 1999; DICKERMAN et al., 2000; HAYKOWSKY et al., 2003; POTT et al., 2003; AINSLIE et al., 2007; OGOH et al., 2007; FISHER et al., 2008; BOLLO et al., 2010; ROTH et al., 2013; THELANDERSSON et al., 2016; VERBREE et al., 2017; STEVENTON et al., 2018; WARD et al., 2018; DRAPEAU et al., 2019; KLEIN et al., 2019; SCOTT et al., 2019; SMITH et al., 2019; TALLON et al., 2019; WITTE et al., 2019; BURMA et al., 2020ab; GIBBONS et al., 2021; TARUMI et al., 2021; ZINK et al., 2021; WESTON et al., 2021; MAST et al., 2022; WESTON et al., 2022; TEIXEIRA et al. [dados não publicados]) e 6 os efeitos crônicos (KOCH et al., 1996; MURRELL et al., 2013; THOMAS et al., 2020; ABBARIKI et al., 2022; LEE; CHO; ROH, 2022; LAKE et al., 2022) do exercício físico sobre a dinâmica intracraniana em 1.074 indivíduos.

Neste contexto, a maior parte dos estudos (n=21) avaliaram apenas adultos saudáveis com idade média entre 23 e 57 anos (HELLSTROM et al., 1996; POULIN; SYED; ROBBINS, 1999; DICKERMAN et al., 2000; POTT et al., 2003; AINSLIE et al., 2007; OGOH et al., 2007; FISHER et al., 2008; VERBREE et al., 2017; STEVENTON et al., 2018; DRAPEAU et al., 2019; SCOTT et al., 2019; SMITH et al., 2019; WITTE et al., 2019; GIBBONS et al., 2021; BURMA et al., 2020ab; TARUMI et al., 2021; ABBARIKI et al., 2022; MAST et al., 2022; WESTON et al., 2022; TEIXEIRA et al. [dados não publicados]). No entanto, também reportamos 7 publicações produzidas com pacientes hospitalizados com afecções neurológicas (ex.: hipertensão intracraniana idiopática, traumatismo cranioencefálico, acidente vascular cerebral, entre outras) (KOCH et al., 1996; BRIMIOULLE et al., 1997; HAYKOWSKY et al., 2003; BOLLO et al., 2010; ROTH et al., 2013; THELANDERSSON et al., 2016; ZINK et al., 2021), 3 estudos envolvendo adultos e idosos (MURRELL et al., 2013; WARD et al., 2018; KLEIN et al., 2019), 2 trabalhos produzidos somente com idosos de 65-69 anos (THOMAS et al., 2020; LAKE et al., 2022), 1 estudo apenas com crianças de 9 anos (TALLON et al., 2019), outro estudo envolvendo crianças, adolescentes e adultos (WESTON et al., 2021), e por fim 1 estudo com mulheres obesas (LEE; CHO; ROH, 2022).

2.1.2.2. Métodos de avaliação da dinâmica intracraniana dos estudos da revisão

A avaliação da dinâmica intracraniana em voluntários saudáveis foi realizada por meio de métodos não invasivos. Em 23 publicações o método utilizado foi a ultrassonografia

transcraniana com doppler que avalia a MCA_v (HELLSTROM et al., 1996; POULIN; SYED; ROBBINS, 1999; DICKERMAN et al., 2000; POTT et al., 2003; AINSLIE et al., 2007; OGOH et al., 2007; FISHER et al., 2008; MURRELL et al., 2013; STEVENTON et al., 2018; WARD et al., 2018; DRAPEAU et al., 2019; KLEIN et al., 2019; SCOTT et al., 2019; SMITH et al., 2019; TALLON et al., 2019; WITTE et al., 2019; BURMA et al., 2020ab; WESTON et al., 2021; ABBARIKI et al., 2022; LAKE et al., 2022; LEE; CHO; ROH, 2022; WESTON et al., 2022), seguido por 4 estudos que utilizaram como método o exame de ressonância magnética (VERBREE et al., 2017; THOMAS et al., 2020; MAST et al., 2021; TARUMI et al., 2021), 1 estudo que avaliou o diâmetro da bainha do nervo óptico (GIBBONS et al., 2021) e 1 trabalho realizado com o método Braincare[®], descrito anteriormente (TEIXEIRA et al. [dados não publicados]). Por outro lado, em 7 pesquisas realizadas com pacientes hospitalizados devido a afecções neurológicas foi empregue métodos de avaliação invasivos através da inserção de cateteres intraventriculares (KOCH et al., 1996; BRIMIOULLE et al., 1997; HAYKOWSKY et al., 2003; ROTH et al., 2013; ZINK et al., 2021), intraventriculares ou paraquimentosos (THELANDERSSON et al., 2016) ou subdurais (BOLLO et al., 2010).

2.1.2.3. Avaliação dos protocolos de exercício utilizados nos estudos incluídos na revisão

A maior parte dos estudos desta revisão utilizaram protocolos de exercícios aeróbios realizados em cicloergômetro vertical durante uma (HELLSTROM et al., 1996; POULIN; SYED; ROBBINS, 1999; AINSLIE et al., 2007; OGOH et al., 2007; FISHER et al., 2008; BOLLO et al., 2010; STEVENTON et al., 2018; WARD et al., 2018; KLEIN et al., 2019; SCOTT et al., 2019; SMITH et al., 2019; TALLON et al., 2019; WITTE et al., 2019; BURMA et al., 2020ab; GIBBONS et al., 2021; WESTON et al., 2021; MAST et al., 2022), três (DRAPEAU et al., 2019; ABBARIKI et al., 2022; WESTON et al., 2022) ou quatro sessões/sem. (MURRELL et al., 2013; THOMAS et al., 2020; LAKE et al., 2022). Tais intervenções ocorreram durante seis (DRAPEAU et al., 2019; ABBARIKI et al., 2022), doze (MURRELL et al., 2013; THOMAS et al., 2020) ou vinte e quatro semanas (LAKE et al., 2022).

Nestes protocolos diversas intensidades de exercício foram estudadas, definidas a partir de valores percentuais do $VO_2máx$, $FCmáx$, FC de reserva (FCR) e watts máximo ($Wmáx$) atingido durante um teste incremental máximo. Estes estudos utilizaram em seus protocolos intensidade entre 20-40% (POULIN; SYED; ROBBINS, 1999), 60-70% (AINSLIE et al., 2007; SCOTT et al., 2019), 20-90% (HELLSTROM et al., 1996) e 70-90% do $VO_2máx$ (WESTON et al., 2021; WESTON et al., 2022). Relatamos também estudos com intensidade entre 30-55%

(WITTE et al., 2019) e 60-85% da FC_{máx} (THOMAS et al., 2020; MAST et al., 2022), entre 30 e 80% da FCR (OGOHO et al., 2007; FISHER, et al., 2008; MURELL et al., 2013; STEVENTON et al., 2018; SMITH et al., 2019; WARD et al., 2019; GIBBONS et al., 2021; BURMA et al., 2020ab; LAKE et al., 2022), ou ainda, entre 44 e 60% do W_{máx} (TALLON et al., 2019; KLEIN et al., 2019). Ainda sobre estes protocolos, 5 publicações pesquisaram os efeitos de exercícios intervalados de alta intensidade (HIIT) com intensidade de 85 à 115% da FCR, VO₂_{máx} ou W_{máx} em uma (TALLON et al., 2019; SCOTT et al., 2019; BURMA et al., 2020ab) ou três sessões/sem., durante seis semanas (DRAPEAU et al., 2019; ABBARIKI et al., 2022). Por fim, outros 3 trabalhos realizados em cicloergômetro de cama utilizaram 20 rotações/min., como controle da intensidade do exercício (BOLLO et al., 2010; THELANDERSSON et al., 2016; ZINK et al., 2021).

Adicionalmente, também foram incluídos nesta revisão estudos que pesquisaram: (a) protocolos de exercícios de movimentação passiva, ativa e isometria [10 repetições/min. por 2 min.] realizados durante uma (BRIMIOULLE et al., 1997; ROTH et al., 2013) ou duas sessões/sem. por 10 semanas (KOCH et al., 1996); (b) exercícios resistidos e/ou levantamento de peso com intensidade de 80-100% de uma repetição máxima (1RM) (SCOTT et al., 2019) realizado com e sem manobra de valsalva (DICKERMAN et al., 2000; POTT et al., 2003) até a exaustão (HAYKOWSKY et al., 2003); (c) exercícios aeróbios (ex.: chutes, movimentações, burpee) com intensidade entre 50 e 80% do FC_{máx} realizados em uma única sessão (TEIXEIRA et al. [dados não publicados]) ou em cinco sessões/sem. por dezesseis semanas (LEE; CHO; ROH et al., 2022); e (d) exercícios de preensão manual a 30-60% da contração voluntária máxima (CVM) (VERBREE et al., 2017; TARUMI et al., 2021).

2.1.2.4. Efeitos do exercício sobre a dinâmica intracraniana nos estudos da revisão

Ao investigarmos os desfechos dos estudos incluídos nesta revisão, observamos que os mesmos se relacionavam às variáveis do treinamento, principalmente à intensidade. Desse modo, ao analisarmos os protocolos de exercício aeróbio realizados de modo contínuo em cicloergômetro, reportamos um aumento da variação percentual ($\Delta\%$) da MCA_v ($\Delta\%$ MCA_v) concomitantemente ao aumento da PAM em relação ao repouso de voluntários saudáveis em normóxia, seguida de redução pós-exercício abaixo dos valores iniciais (HELLSTROM et al., 1996; TALLON et al., 2019). Essas modificações foram evidenciadas tanto em protocolos de baixa (ex.: 20-40% do VO₂_{máx}) (HELLSTROM et al., 1996; POULIN; SYED; ROBBINS, 1999), quanto de moderada intensidade (ex.: 60 à 70 % do VO₂_{máx}; 45 à 60% da FC_{máx}; 45 à 70% da FCR; 44 à 60% W_{máx}) (HELLSTROM et al., 1996; OGOHO et al., 2007; MURELL

et al., 2013; STEVENTON et al., 2018; TALLON et al., 2019; AINSLIE et al., 2007; SCOTT et al., 2019; SMITH et al., 2019; KLEIN et al., 2019; BURMA et al., 2020ab).

Dados semelhantes foram observados por Fisher et al. (2008), em estudo conduzido com adultos saudáveis (24-57 anos) submetidos à duas séries de ciclismo com intensidade de 30% e 50% da FCR durante 15 min. Nesse trabalho os autores verificaram um aumento da Δ MCAv e manutenção do índice de condutância cerebrovascular (CVCi) em baixa intensidade (30% da FCR) ou sua redução em moderada intensidade (50% da FCR). Esses resultados podem ser explicados pelo aumento espelhado da MCAv e do índice de resistência cerebrovascular (CVRi) de modo proporcional à intensidade (AINSLIE et al., 2007; OGOH et al., 2007). À vista disso, Witte et al. (2019) constataram em protocolo similar (ex.: 30–55% da FCR/6 min.) que a amplitude de resposta da MCAv aumentava sistematicamente diante de maiores taxas de trabalho, corroborando com Poulin, Syed e Robbins (1999) em estudo realizado anteriormente. Assim, os autores demonstraram a capacidade de autorregulação do FSC diante de diferentes cargas de treinamento em um mesmo tipo de exercício. Dados reforçados por Burma et al. (2020a) e complementados por Weston et al. (2021; 2022) ao destacarem que em exercícios moderados o aumento consistente da MCAv ocorreria até que fosse alcançado um platô, ainda durante o aumento exponencial inicial. Essas alterações no FSC dos vasos comumente medidos (ex.: MCA e artéria cerebral posterior [PCA]) seriam transitórias, retornando aos níveis de repouso rápida e uniformemente após a interrupção do exercício (STEVENTON et al., 2018).

Fato similar foi verificado em estudo não publicado de nosso laboratório realizado com atletas de desporto de aventura, ao observarmos que aumentos adicionais na PAM, provocados pelo exercício de burpee (flexão com salto), resultavam em alterações na razão P2/P1, ainda que não significativas. Nesse estudo, esta diminuição poderia ser explicada pelo aumento da amplitude de P1, demonstrando vasoconstrição das artérias cerebrais durante o exercício (TEIXEIRA et al., [dados não publicados]). Sobre isso outros autores observaram que as modificações no FSC se associavam ao aumento da PAM e alterações da pressão expiratória final de dióxido de carbono ($P_{ET}CO_2$) (OGOH et al., 2007; MURELL et al., 2013; STEVENTON et al., 2018; SMITH et al., 2019). Para Mast et al. (2022) o FSC permaneceria inalterado ou se elevaria em exercícios moderados, ao passo que era reduzido em exercícios vigorosos quando comparado ao repouso ($37,1 \pm 5,7$ ml/100g/min. vs $41,2 \pm 6,9$ ml/100g/min; $p=0,001$). Não bastando, esses autores indicaram também que o FSC, mediante ao exercício, seria redirecionado em $\cong 12\%$ de regiões cerebrais pouco utilizadas (ex.: hipocampo) para o córtex motor. Estes resultados apontam para adaptações do cerebrovasculares frente as alterações hemodinâmicas provocadas por exercícios físicos de intensidade moderada.

Ainda sobre o assunto, cronicamente tais protocolos foram capazes de reduzir a PAM (-3,2%) e o CVRi (-6,3%) e aumentar a CVCi (+6,1%) de idosos após 4 sessões/sem. de exercícios aeróbios em cicloergômetro, com intensidade de 60 a 70% da FCR, por 40 min., durante 24 semanas (LAKE et al., 2022). Além de aumentar a reatividade cerebrovascular à hipercapnia após a realização de um protocolo similar, com intensidade de 65-80% da FCR, durante 12 semanas, como detalha Murrell et al. (2013). Em contrapartida, nenhuma dessas alterações foram observadas por Lee, Cho e Roh (2021) em pesquisa realizada com mulheres pós-menopausa e obesas envolvendo exercícios de chute e step característicos do Taekwondo (arte marcial sul-coreana) e intensidade de 50-80% da FCmáx, por 16 semanas, demonstrando que não apenas a intensidade, mas também a modalidade e as características de cada indivíduo, poderiam determinar a magnitude das alterações na dinâmica intracraniana.

Aproximando a discussão também ao campo clínico hospitalar, ao investigar o efeito agudo do exercício aeróbio realizado em cicloergômetro de cama à 20 rotações/min., durante 20 minutos, sobre a dinâmica intracraniana, Thelandersson et al. (2016) em estudo realizado com indivíduos com lesões cerebrais graves (ex.: traumatismo cranioencefálico) ou acidente vascular cerebral (ex.: infarto cerebral e hemorragia cerebral) não verificaram alterações na PIC pré e pós-sessão (11 ± 2 e 12 ± 3 ; $p > 0,05$), ainda que a PAM estivesse significativamente elevada (pré-sessão: 94 ± 8 e pós sessão: 97 ± 7 ; $p = 0,001$). Porém, essas alterações refletiram no aumento da PPC durante o exercício ($p < 0,001$). Resultados semelhantes foram reportados por Bollo et al. (2010) ao investigarem os efeitos do exercício realizado em cicloergômetro (20 rotações/min./11 min.) ou esteira (6 min.) em um paciente com hipertensão intracraniana idiopática. Cenário não confirmado em pacientes neurocríticos (ex.: hemorragia subaracnóide ou intracerebral, acidente vascular cerebral isquêmico, hidrocefalia, tumor cerebral, etc.) internados em unidades de terapia intensiva (UTI's) com drenos ventriculares externos (PIC: $p > 0,05$; PAM: $p > 0,05$; PPC: $p > 0,05$) em estudo realizado por Zink et al. (2021).

Em continuação, secundariamente ao analisarmos os efeitos do treinamento de alta intensidade, principalmente o HIIT, observamos que os resultados se mostraram conflitantes. Como exemplo, Abbariki et al. (2022) em estudo realizado com homens treinados submetidos a dois protocolos HIIT em cicloergômetro vertical ([a] 3 sessões/sem., por 6 sem., a 85% da $VO_{2máx}$, com duração de ± 7 min. e recuperação ativa a 50% do $VO_{2máx}$; ou [b] 3 sessões/sem., por 6 sem., a 115% do $VO_{2máx}$, recuperação ativa a 50% do $VO_{2máx}$), verificaram que a $\Delta\%MCAv$ foi maior durante aumentos da PAM no grupo de 85%, que no grupo a 115%. Cenário anteriormente observado por Hellstrom et al. (1996) ao reportarem que em exercícios de alta intensidade (ex.: 80-90% do $VO_{2máx}$) a $\Delta\%MCAv$ era menor em comparação com

cargas inferiores. Hipótese confirmada por Klein et al. (2019) em estudo realizado com jovens e idosos submetidos ao treinamento intervalado (ex.: 10 séries de 1 min. de ciclismo, com intervalos de 1 min.) a 60% $W_{m\acute{a}x}$, ao verificarem o aumento agudo no MCAv durante o exercício, mesmo que inferior ao protocolo contínuo. Estas alterações eram acompanhadas subsequentemente por reduções abaixo linha de base imediatamente após o término do exercício (TALLON et al., 2019). Fato não verificado por Drapeau et al. (2019), posteriormente reproduzido por Burma et al. (2020ab), ao observarem que a velocidade do sangue na MCA ($63\pm 7,2$ cm/s, 58 ± 11 cm/s) e PCA ($38\pm 6,3$ cm/s, $36\pm 5,0$ cm/s) não se alteravam durante o HIIT com intensidade de 85% à 90% da FCR em comparação ao repouso, ainda que a PA estivesse elevada (113 ± 14 mmHg).

Corroborando com os estudos citados no parágrafo anterior, durante exercícios resistidos, Dickerman et al. (2010) observaram reduções na MCAv (-25%; $p<0,05$) de atletas de levantamento de peso durante exercícios com cargas máximas e supramáximas realizados com manobra de valsalva, mesmo com o aumento da PAM. Redução não verificada por Pott et al. (2003), que por sua vez reportaram aumento da PAM e MCAv durante uma sessão composta por 3 séries de exercício estático à 100% de 1RM realizado em cadeira extensora com ou sem manobra de valsalva. Essas alterações eram principalmente observadas no início do exercício realizado com manobra de valsalva (PAM: 42 ± 5 mmHg; MCAv: $31\pm 3\%$) em relação à ventilação contínua (PAM: 22 ± 6 mmHg; MCAv: $25\pm 6\%$), com reduções acentuadas pós-exercício (PAM: $-21\pm 3\%$; MCAv: $-29\pm 4\%$). Outrossim, o exercício resistido (ex.: rosca bíceps até a exaustão) realizado com manobra de valsalva provocou aumento significativo na PIC além de reduzir a pressão transmural cerebrovascular sem alterações na PAM de pacientes clinicamente estáveis após neurocirurgias (HAYKOWSKY et al., 2003).

Ademais, ainda que exercícios aeróbios e/ou resistidos sejam as abordagens mais utilizadas, nesta revisão também reportamos estudos envolvendo outros tipos de exercício. Assim, Tarumi et al. (2021) ao investigarem a dinâmica do FSC e do LCR durante o exercício de prensão manual de intensidade moderada (ex.: 40% da CVM) em jovens saudáveis, concluíram que tal exercício foi capaz de elevar a PAM e o CVRi, além de provocar reduções adicionais no volume sistólico de artérias e veias e do LCR no aqueduto cerebral. Em outro estudo, com características similares (ex.: 60% da CVM), Verbree et al. (2017) verificaram vasoconstrição da MCA através da análise da redução de sua área transversa durante o exercício em relação ao repouso ($7,47\pm 1,18$ mm e $7,31\pm 1,15$ mm; $p<0,05$). Similarmente, Brimiouille et al. (1997) ao avaliarem o efeito de exercícios fisioterapêuticos passivos, ativos ou isométricos (ex.: flexão do ombro, quadril e joelho, e extensão do joelho, com 10 repetições/min. por 2

min.) sobre a PIC e PPC de pacientes internados em UTI's com PIC normal (<15 mmHg) ou aumentada (>15 mmHg), verificaram que em pacientes com PIC normal a amplitude de movimento foi capaz de diminuir a PIC média em 1 mmHg quando na posição supina. Ademais, em pacientes com PIC elevada, tal abordagem provocou diminuição da PIC em 2 mmHg e aumento de 7 mmHg na PPC, sendo o movimento dos membros associado à supressão das ondas anormais da PIC. No entanto, a realização de exercícios isométricos com manobra de valsalva mostrou ser capaz de provocar aumentos de até 4 mmHg na PIC média em pacientes com PIC previamente elevada, permitindo que os autores concluíssem, que o exercício físico passivo em pacientes hospitalizados com afecções neurológicas seria uma opção segura, desde que se evitasse manobra de valsalva.

Supletivamente, reduções da PIC também foram observadas por Roth et al. (2012) durante exercícios passivos (ex.: flexão do ombro e de quadril, 10 repetições/min. por 2 min., por 26 min.) em pacientes com doenças cerebrais agudas (ex.: hemorragia subaracnóidea e intracerebral, traumatismo cranioencefálico) com PIC normal (-0,7 mmHg; $p < 0,05$) ou elevada (-2 mmHg; $p < 0,05$), sem alterações significativas na PAM e aumento da PPC apenas naqueles com PIC normal (+1.2 mmHg; $p = 0,015$). Resultados não evidenciados por Koch et al. (1996) ao analisarem os efeitos de 20 sessões de exercícios de movimentação passiva (ex.: flexão do ombro e quadril) em pacientes internados em UTI's devido às complicações cerebrovasculares.

Coletivamente os dados apresentados nesta revisão integrativa apontam que exercícios de moderada intensidade, independente da modalidade, parecem ser uma ferramenta relevante pois provoca alterações cerebrovasculares importantes em seus adeptos, marcadas principalmente pelo aumento da MCAv como efeito do exercício seguido de redução abaixo do níveis de repouso, somado ao aumento da CVCi e redução da CVRi e da PIC imediatamente após o exercício e/ou cronicamente. Tais respostas foram extraídas de pesquisas realizadas em sua maioria de forma não invasiva, ainda que outros estudos pesquisassem tais efeitos por meio de equipamentos invasivos, inviabilizando sua aplicação fora do ambiente hospitalar. Finalmente, considerando as alterações hemodinâmicas e metabólicas provocadas pelo exercício físico, a investigação de seus efeitos, em especial de modalidades populares como o TS e exercícios amplamente utilizados (ex.: agachamentos), sobre a PIC de indivíduos ativos e saudáveis através de métodos não invasivos pode contribuir com conhecimentos importantes a área do treinamento físico. Objeto de estudo ainda não evidenciado na literatura. Sem dúvida, é notória a lacuna científica associada a temática apresentada, pressuposto que justifica a realização e esclarece a importância deste trabalho.

3. HIPÓTESES

A realização de uma sessão de exercícios realizados com auxílio da FS, característicos do TS, será capaz de aumentar a FC, PA, a [Lac] e o GE e reduzir a SpO₂, a glicemia, o TTP e a razão P2/P1 correspondente a PIC, demonstrando adaptações cerebrovasculares induzidas pelo exercício. Adicionalmente hipotetizamos que com um volume maior, encontraremos maior magnitude na diferença das variáveis estudadas.

4. OBJETIVOS

4.1. Objetivo Geral

O objetivo geral do presente estudo foi caracterizar o exercício de agachamento realizado com auxílio da FS e suas consequências hemodinâmicas e a PIC baseada em um método de avaliação não invasivo por meio de métricas de predição indireta do estado da dinâmica intracraniana.

4.1.1. Objetivos Específicos

- Determinar a composição corporal, o perfil lipídico, a glicemia em jejum e o consumo de oxigênio de pico (VO₂pico) dos participantes pré-intervenção;
- Avaliar o GE, a glicemia, a [Lac], a SpO₂, a PA, a PIC e a FC antes, durante e imediatamente após uma sessão de exercício composta por três séries de vinte repetições de agachamento realizado com auxílio da FS;
- Determinar a carga do protocolo de exercício proposto por meio do cálculo da CT, percentual do VO₂pico e da FC_{máx} alcançada em relação aos valores atingidos durante teste incremental em esteira, e PSE da sessão;
- Avaliar os efeitos do protocolo de exercício físico sobre a CCI através de métricas de predição indireta do estado da dinâmica intracraniana, como razão P2/P1 e TTP;
- Avaliar a autorregulação cerebral estática por meio da correlação e inclinação da regressão linear entre a $\Delta\%$ da razão P2/P1 e TTP e a $\Delta\%$ da PAM;
- Correlacionar as variáveis hemodinâmicas, estabelecendo relações com as variáveis metabólicas, de carga de treinamento e de composição corporal.

5. MATERIAIS E MÉTODOS

5.1. Participantes

Trinta indivíduos adultos ($24,10 \pm 3,10$ anos), homens ($n=15$) e mulheres ($n=15$), fisicamente ativos (≥ 300 min./sem. de atividade física com intensidade moderada ou 150 min./sem. com intensidade vigorosa) (BULL et al., 2020) e saudáveis, adaptados à exercícios físicos resistidos por pelo menos 6 meses, recrutados por meio de anúncios direcionados à plataformas digitais, redes sociais, jornais e academias locais, se voluntariaram para participar desse estudo. Os detalhes de tamanho do efeito da amostra para as variáveis mensuradas estão disponíveis na sessão de Análise estatística (ver tópico 5.3, pág. 68). Como critérios de inclusão os participantes não deveriam fazer uso e/ou ter usado esteroides anabólicos androgênicos nos últimos seis meses que precederam o estudo, assim como não possuir sintomas cardíacos, hipertensão arterial, obesidade, diabetes e quaisquer condições musculoesqueléticas que impedissem a participação nos testes e protocolos de exercício e, não ser fumantes devido às análises de trocas gasosas.

Todas as avaliações, com exceção da coleta sanguínea, ocorreram no laboratório de Avaliação Física e Fisiologia do Exercício (área térrea = 45 m^2) do Núcleo de Vivências Corporais (NVC) do Centro Universitário de Votuporanga (UNIFEV) localizado na cidade de Votuporanga, São Paulo, Brasil, sob supervisão do Prof. Dr. Valter Mariano dos Santos Júnior, durante o período matutino (das 08:00 às 10:00 horas), em condições ambientais controladas (temperatura de $23,0 \pm 1^\circ\text{C}$) por ar condicionado Carrier® modelo Space 57.000 BTU/h Split Piso/Teto (Carrier®, Manaus, Amazonas, Brasil). Este espaço estava equipado com iluminação light emitting diode, cadeiras, mesas, armários, computadores, cicloergômetros, equipamentos de antropometria, aparelho de eletrocardiograma e ergoespirometria. A análise dos dados foi realizada no Laboratório de Nutrição e Metabolismo aplicados ao Exercício (LabNutri) do Departamento de Educação Física e Motricidade Humana (DEFMH) da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), na cidade de São Carlos, São Paulo, Brasil, sob supervisão da Profa. Dra. Ana Cláudia Garcia de Oliveira Duarte.

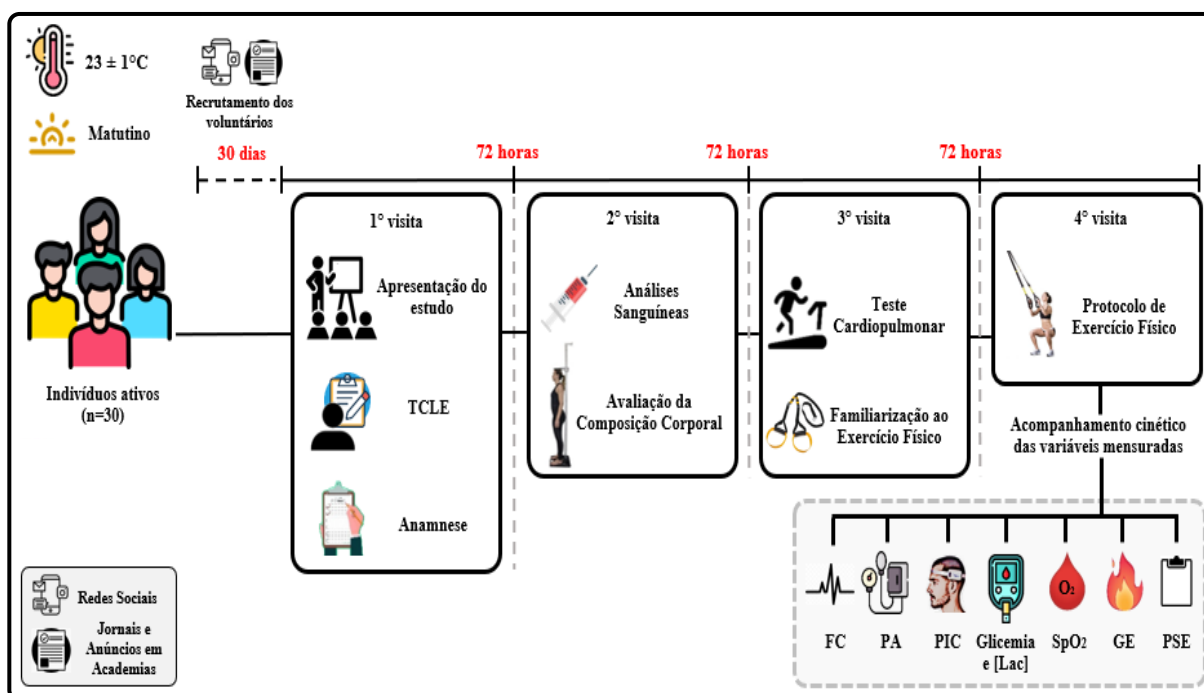
Por fim, este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa da UNIFEV (CAAE: 40832420.2.0000.0078; nº 4.520.529), conforme Declaração de Helsinque. Todos os voluntários consentiram em participar do estudo por meio da assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), estando em consonância com a Resolução Nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde.

5.2. Desenho experimental

Inicialmente os voluntários receberam dos pesquisadores informações sobre os objetivos, riscos, benefícios e procedimentos a serem realizados no estudo, e então assinaram o TCLE. Na sequência, foi aplicado um questionário de avaliação física e saúde (1º visita) (MATSUDO et al., 2001; CÉSAR; BORIN; PELEGRINOTTI, 2011). Após 72 horas, foram realizadas análises sanguíneas e avaliações antropométricas (massa corporal, estatura, dobras cutâneas e composição corporal) (2º visita), seguidas de avaliação cardiopulmonar e uma sessão de familiarização com o protocolo de exercício físico proposto (3º visita) (Figura 15).

A sessão de familiarização e a aplicação do protocolo foram realizadas no mesmo período e horário do dia, nas respectivas visitas para cada voluntário, respeitando um intervalo de 72 horas entre elas. Os voluntários foram orientados a manterem o mesmo padrão dietético em todas as visitas, evitando alimentos e bebidas estimulantes nas 24 horas que precederam as avaliações, como também a não realizarem exercício físico nas 72 horas que antecederam o experimento. Posteriormente, os participantes foram submetidos ao protocolo de TS realizado com auxílio da FS (4º visita). Antes, durante e imediatamente após o término do exercício físico foi realizado o acompanhamento cinético das variáveis mensuradas, que permitiram analisar as alterações provocadas pelo exercício na dinâmica intracraniana e variáveis metabólicas.

Figura 15 - Esquema representativo dos procedimentos realizado no experimento.

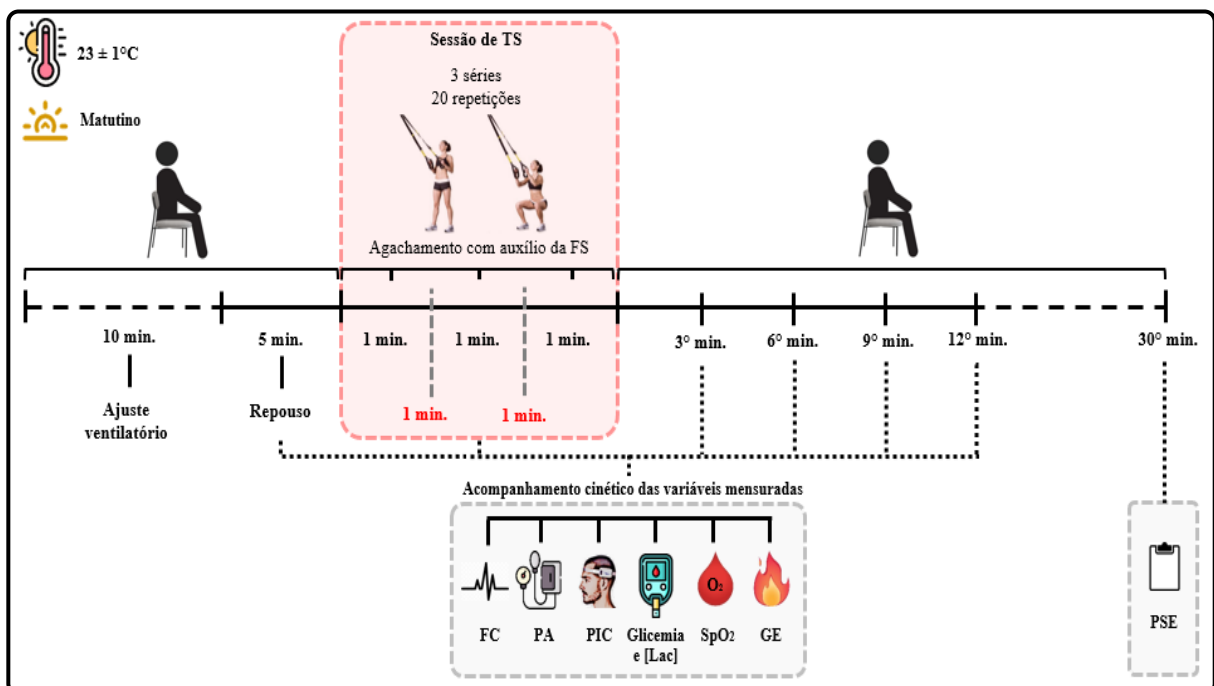


Legenda: C: Graus Celsius; TCLE: Termo de Consentimento Livre Esclarecido; FC: Frequência Cardíaca; PA: Pressão Arterial; PIC: Pressão Intracraniana; [Lac]: Concentração Sanguínea de Lactato; GE: Gasto Energético; SpO_2 : Saturação de oxigênio; PSE: Percepção Subjetiva de Esforço. Fonte: elaborado pelo próprio autor.

5.2.1. Protocolo de exercício

O TS foi realizado em FS Physicus® modelo Pêndulo PHE 469 (Physicus®, Auriflama, São Paulo, Brasil) com capacidade para 150kg, peso de \cong 900g, comprimento de 1,80m, e regulação biomecânica e ergonômica individualizada. O protocolo de exercício físico consistiu em uma sessão de TS composta por três séries de vinte repetições de agachamentos executados com auxílio da FS durante um minuto, com intervalos de um minuto entre as séries, aplicada após 72 horas da familiarização. Para minimizar os possíveis erros durante a aplicação dos experimentos, na familiarização foram dirigidas aos voluntários informações padronizadas a respeito de todos os testes, avaliações e mecânica de execução do exercício. Assim, a atividade muscular foi padronizada, sendo os voluntários instruídos a realizar as repetições em velocidade moderada seguindo a razão entre as fases de contração isotônica concêntrica e excêntrica de 1:2, respectivamente (UCHIDA et al., 2013). Além disso, a carga imposta pelo protocolo de TS foi quantificada através da CT calculada a partir do volume (nº de repetições) \times intensidade (massa corporal) (FLECK; KRAEMER, 2017; GIANCOTTI et al., 2018). No repouso, durante as séries e imediatamente após o protocolo (3º, 6º, 9º e 12º min./pós-sessão) foram mensuradas a FC, PAS, PAD, morfologia da onda de pulso da PIC por meio da razão P2/P1, glicemia, [Lac], SpO₂, GE de repouso, por repetição e da série, além da PSE da sessão (30 min.) (Figura 16).

Figura 16 - Esquema representativo do protocolo de exercício do experimento.

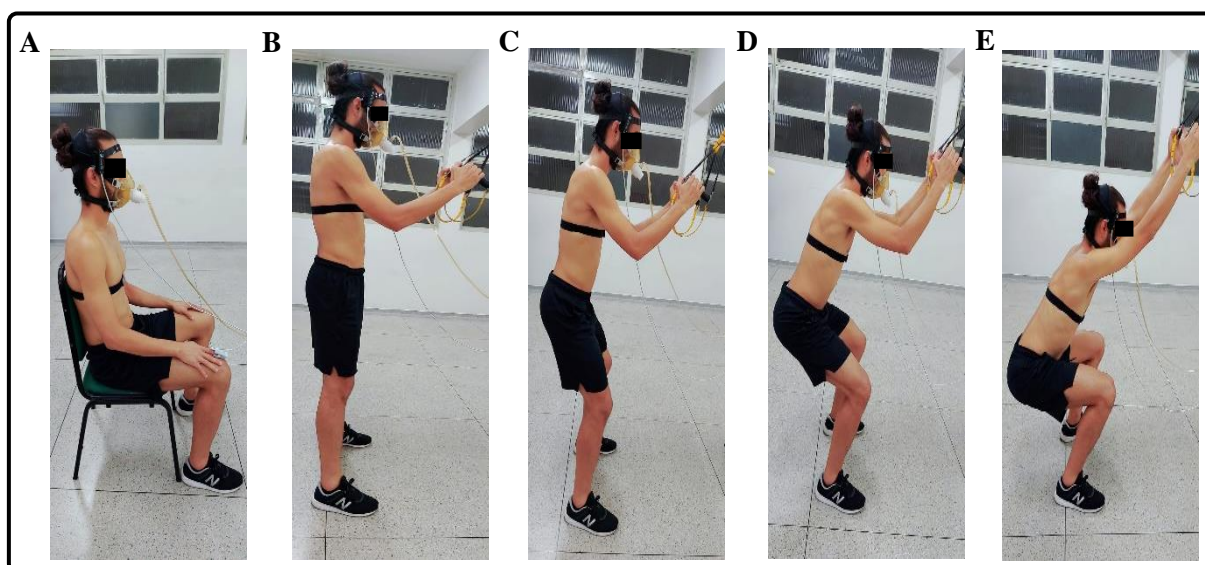


Legenda: FC: Frequência Cardíaca; FS: Fita de Suspensão; PA: Pressão Arterial; PIC: Pressão Intracraniana; [Lac]: Concentração Sanguínea de Lactato; GE: Gasto Energético; GER: Gasto Energético de Repouso; min.: minutos; SpO₂: Saturação de oxigênio; PSE: Percepção Subjetiva de Esforço. Fonte: elaborado pelo próprio autor.

Para a realização do protocolo, os indivíduos permaneciam sentados em uma cadeira ergonômica com os pés afastados na largura dos ombros e posicionados sobre o solo, braços ao longo do tronco e mãos sobre as coxas, de maneira que a posição anatômica fosse confortável e não causasse interferência nos dados, assim como aproxima-se das características biomecânicas exigidas durante o exercício de agachamento. Esta posição foi mantida durante o período de repouso, nos intervalos de descanso entre as séries e recuperação pós-série/sessão. Para a execução do exercício, os indivíduos se levantavam, mantendo o afastamento lateral dos pés, empunhavam a FS tencionando-a levemente (sem colocar sobrecarga no equipamento).

O início do movimento era realizado com os membros inferiores estendidos, flexionando-os até o ângulo de $\cong 90^\circ$ graus sem que houvesse retroversão pélvica ou que os joelhos se aproximassem da linha mediana, ou ainda que o mesmo passa-se perpendicularmente a linha imaginária traçada verticalmente a partir das pontas dos pés em relação ao solo, para que depois fosse retornada à posição inicial com os membros inferiores estendidos. Durante todo o trabalho mecânico, os braços permaneciam semiflexionados objetivando tencionar a FS, porém sem gerar carga ou tão pouco utilizar para produzir torque (Figura 17). Esta mecânica de movimento deveria ser respeitada tanto durante a familiarização quanto durante a série/sessão de exercício. Cada voluntário tinha marcações individualizadas (ex.: pontos de apoio dos pés e ancoragem e altura da FS) e um avaliador experiente acompanhava todas as repetições para assegurar que a amplitude fosse respeitada.

Figura 17 - Padronização da posição anatômica durante o repouso e dos pontos iniciais, intermediários e finais no exercício de agachamento com auxílio da FS.



(A) Posição de repouso, (B) Posição inicial e final da fase concêntrica, (C e D) Posições intermediárias da fase excêntrica e concêntrica e (E) Posição final da fase excêntrica e início da fase concêntrica do exercício. Fonte: elaborado pelo próprio autor.

5.2.2. Avaliação da composição corporal

A massa corporal foi medida utilizando uma balança antropométrica digital Welmy[®] modelo W200 (Welmy[®], Santa Barbara D'Oeste, São Paulo, Brasil), com capacidade para 150kg e sensibilidade de 100g. A estatura foi determinada utilizando um estadiômetro de alumínio fixado na parede da marca Sanny[®] modelo Standard ES2030 (Sanny[®], São Bernardo do Campo, São Paulo, Brasil) com escala de precisão de 0,1cm e comprimento de 2,20m. O Índice de Massa Corporal (IMC) foi calculado a partir da massa corporal em quilogramas (kg) dividido pela estatura ao quadrado, conforme a seguinte equação: $[IMC = \text{massa corporal (kg)} \div \text{estatura (m)}^2]$. As dobras cutâneas foram mensuradas com adipômetro científico Sanny[®] modelo Classic AD1007 (Sanny[®], São Bernardo do Campo, São Paulo, Brasil) com escala de precisão de 0,5mm e faixa de precisão de 0 a 70 mm.

A composição corporal (percentual de gordura, massa livre de gordura, volume de água, taxa metabólica basal) foi mensurada por meio de um aparelho de ultrassom portátil da marca BodyMetrix[®] modelo BX 2000 (BodyMetrix[®], Araraquara, São Paulo, Brasil), validado cientificamente (NEVES et al., 2013; SMITH-RYAN et al., 2014; ZEPETNEK et al., 2021). Estas variáveis foram avaliadas segundo o protocolo de três dobras (Mulheres: tricipital, supra ilíaca e coxa; Homens: peitoral, abdômen e coxa) proposto por Jackson, Pollock e Ward (1980) para mulheres e Jackson e Pollock (1978) para homens, confiáveis para a população pesquisada segundo Petroski e Pires-Neto (1995; 1996). O percentual de gordura foi calculado pelo software da empresa BodyMetrix[®] (BodyMetrix[®], Araraquara, São Paulo, Brasil) segundo a equação proposta por Siri (1961). Os resultados foram expressos através de gráficos e tabelas geradas pelo próprio software supracitado. Para a realização das avaliações foi orientado previamente aos voluntários que comparecessem ao laboratório trajando roupas leves (Mulheres: short e top; Homens: short) e sapatos confortáveis.

5.2.3. Teste incremental e avaliação cardiorrespiratória (Ergoespirometria)

A ergoespirometria foi utilizada durante o teste incremental em esteira Inbramed[®] modelo Ergométrica ATL (Inbramed[®], Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil) com protocolo de Bruce, que consiste em aumentos progressivos das cargas em km/h (quilômetros por hora) e inclinação da esteira até a exaustão (BRUCE et al., 1963). As variáveis ventilatórias avaliadas durante o teste incremental foram analisadas para determinação dos limiares ventilatórios. A partir dos dados obtidos foram determinados o $VO_{2\text{pico}}$ ($\text{ml/kg}\cdot\text{min}^{-1}$) caracterizado como o maior ponto de consumo de oxigênio alcançado durante o teste, o limiar ventilatório 1 por meio

do equivalente ventilatório de oxigênio (VE/VO_2 ; onde VE é a Ventilação Pulmonar) e o limiar ventilatório 2 através do equivalente ventilatório de dióxido de carbono (VE/VCO_2) (YAZBEK et al., 1998; GUIMARÃES et al., 1999). A coleta dos dados foi realizada por meio de um analisador de gases portátil da marca MedGraphics® modelo VO2000 (Medical Graphics Comporation®, Saint Paul, Minnesota, United States of America) com pneumotacógrafo de fluxo baixo (de 1 à 70 ml/min.), com coletas de dados programadas a cada respiração, convertidos em médias de vinte segundos. Em cada estágio foi quantificado a FC, SpO_2 e PSE para acompanhamento das alterações fisiológicas e identificação de valores exacerbados que pudessem colocar em risco a integridade dos indivíduos. No teste, os voluntários permaneceram em repouso durante 10 minutos para ajustes ventilatórios (YAZBEK et al., 1998; ALIASGHARZADEH et al., 2015), iniciando o protocolo após esse período. Este protocolo consistiu em corrida/caminhada em esteira com velocidade inicial de 2,73 km/h e inclinação de 10%, e posteriores aumentos de $\cong 1,28$ km/h (esses valores podem ser diferentes entre cada estágio) e 2% de inclinação a cada três minutos, de modo a promover uma sobrecarga de três equivalentes metabólicos (MET) ($1 \text{ MET} = 3,5 \text{ ml/kg}\cdot\text{min}^{-1}$) por estágio até a exaustão (BRUCE et al., 1963; KOKKINOS et al., 2017). Não houve nenhum estímulo externo (ex.: verbal, gestual, etc.) que pudesse alterar o tempo de permanência em esforço. Todos os dados foram analisados pelo software Ergo PC® Elite 13 (MicroMed®, Brasília, Distrito Federal, Brasil), sendo o VO_{2pico} utilizado para qualificar a capacidade física máxima dos participantes e quantificar da carga de treinamento (GUIMARÃES et al., 1999). Adicionalmente, durante todo o teste e avaliação cardiorrespiratória, os voluntários tiveram a supervisão de um profissional de educação física especialista em fisiologia clínica do exercício, além do auxílio de uma enfermeira e mais um profissional (Bombeiro Civil) habilitado pela Basic Life Support (Suporte Básico de Vida).

5.2.4. Avaliação do gasto energético (GE)

A quantificação do GE foi realizada por meio do analisador de gases portátil da marca MedGraphics® modelo VO2000 (Medical Graphics Comporation®, Saint Paul, Minnesota, United States of America) com pneumotacógrafo de fluxo baixo (de 1 à 70 ml/min.), previamente calibrado de acordo com as instruções do fabricante, com coletas de dados programadas a cada respiração, convertidos em médias de vinte segundos. Assim, como na avaliação cardiorrespiratória, todos os dados coletados foram analisados pelo software Ergo PC® Elite 13 (MicroMed®, Brasília, Distrito Federal, Brasil). Antes do início das coletas, os

indivíduos permaneceram com a máscara e em repouso, enquanto o software não fazia a gravação dos dados. Após estes 10 minutos iniciais, destinados ao ajuste ventilatório e retorno ao metabolismo de repouso (YAZBEK et al., 1998; ALIASGHARZADEH et al., 2015), foram gravados 5 minutos para o cálculo do consumo médio de repouso. O componente aeróbio (CA) foi calculado a partir do GE total (GET) obtido pelo software, desconsiderando o GE do Repouso (GER), multiplicado pelo tempo total da sessão, visto que este gasto todos os voluntários iriam ter, independentemente de estarem executando as séries, conforme a equação à seguir: $[CA = GET - (Média\ do\ GER \times Tempo\ Total\ (min.))]$. O componente anaeróbio láctico (CAn) foi calculado pelo produto da variação (Δ) na [Lac] ($\Delta[Lac]$) pela massa corporal em quilogramas (kg), em seguida foi determinado que cada unidade equivale a três mililitros de oxigênio, cujo litro corresponde à 5,05 quilocalorias (kcal), conforme a equação: $[CAn = (\Delta[Lac] \times Massa\ Corporal\ (kg) \times 0,003 \times 5,05)]$ (MARGARIA; EDWARDS; DILL 1933; DI PRAMPERO; FERRETTI, 1999). O GER ao longo da avaliação foi calculado por meio da multiplicação da média do GER pelo tempo $[GER = Média\ do\ GER \times Tempo\ Total\ (min.)]$. Posteriormente, foi quantificado o GE do exercício (GEE) a partir da soma do CA e CAn, conforme a seguinte equação: $(GEE = CA + CAn)$. Por fim, o GE total em cada corte avaliativo e da sessão foi calculado pela soma do GER e do GEE, como na seguinte equação: $[GE\ total = GER + GEE]$. Essas equações seguiram diretrizes elaboradas, realizadas e validadas por estudos prévios (MAGOSSO et al., 2013; TEIXEIRA et al., 2021).

5.2.5. Determinação do perfil lipídico e glicemia em jejum

As determinações bioquímicas das frações do perfil lipídico [colesterol total monoreagente (Ct), lipoproteína de alta intensidade (HDL) e triglicérides (TG)] e glicemia em jejum, utilizadas para caracterizar os participantes (COELHO et al., 2005), foram realizadas por Kits LaborLab[®] Glicose COD-PAP (LaborLab[®], Guarulhos, São Paulo, Brasil; Lote: 2108446690; Validade: 10/22), LaborLab[®] Colesterol COD-PAP (LaborLab[®], Guarulhos, São Paulo, Brasil; Lote 2108447830; Validade: 10/22), LaborLab[®] Triglicérides COD-PAP (LaborLab[®], Guarulhos, São Paulo, Brasil; Lote: 2109453300; Validade: 11/22) e por Kits Bioclin[®] Colesterol HDL Enzimático (Bioclin[®], Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil; Lote: 0097; Validade: 12/22), após 12 horas de jejum, segundo as recomendações do fabricante e métodos enzimáticos colorimétricos específicos. As lipoproteínas de baixa intensidade (LDL) foram calculadas a partir do Ct, HDL e TG, através da fórmula: $LDL = [(Ct - HDL) - (TG/5)]$ (FRIEDEWALD; LEVY; FREDRICKSON, 1972).

Para tal, foram coletadas de cada voluntário, aproximadamente, 10 mililitros (ml) de sangue por meio da técnica de punção venosa da veia cubital mediana, realizada por um profissional especializado. Para este procedimento foram utilizados agulhas estéreis da marca BD[®] modelo X1 (dimensões: 25x07; calibre 22G) (BD[®] Medical, Curitiba, Paraná, Brasil; Validade: 08/26) e seringas estéreis de 10 ml da marca Descarpac[®] (Descarpac[®], São Paulo, São Paulo, Brasil; Validade: 10/26). O sangue coletado foi acondicionado em tubos com ativador de coágulo e gel separador de 6,0 ml e tampa amarela da marca Mediplus[®] (Sunphoria Co. Ltda[®], Taipé, Taiwan; Validade: 12/22) por aproximadamente 30 minutos. Logo após os tubos foram colocados em banho-maria à 36°C ± 1°C para retração do coágulo. Posteriormente, os tubos foram centrifugados à 2.200 rotações por minuto (rpm) por 10 minutos a 18°C, sem alíquotar, para a obtenção do soro. Em seguida foram pipetados, de acordo com a bula de cada kit, um volume de reagente e um volume da amostra (soro do participante). Na sequência os tubos foram levados ao banho-maria (36°C ± 1°C) por tempo indicado na bula de cada kit, para então, decorrido o tempo indicado pelo fabricante, ser aspirado pelo equipamento semiautomático da marca Labtest[®] modelo Labquest (Labtest[®], Lagoa Santa, Minas Gerais, Brasil; n° série: 2559), para serem realizadas a leitura da amostra por espectrofotometria e, por fim, a emissão dos resultados. Todas as coletas sanguíneas foram realizadas na Sala de Coleta de Materiais Biológicos que integra o Laboratório de Análises Clínicas da UNIFEV, na cidade de Votuporanga, São Paulo, Brasil, sob supervisão de Prof. Dr. Roberto C. Grassi Malta.

5.2.6. Determinação da concentração de glicemia e lactato sanguíneo

Para a análise da glicemia e [Lac] foram coletadas uma amostra de 25 microlitros (µL) de sangue da polpa digital do dedo e do lobo da orelha do participante, respectivamente. Um pesquisador experiente, utilizando luvas de procedimentos descartáveis, realizou primeiramente a assepsia da superfície da pele do dedo indicador e do lobo da orelha do participante com álcool isopropílico de 70% e algodão seco, e na sequência a punção da pele por meio de uma lanceta Accu-chek[®] modelo Soft Clix (Roche Diabetes Care Ltda[®], Vorna Valley, Midrand, South Africa). A primeira gota de sangue foi descartada de modo a evitar uma possível contaminação da amostra por resíduos contidos na pele. A segunda e terceira gota foram aplicadas as fitas reagentes de glicose da marca Accu-Chek[®] modelo Active (Roche Diabetes Care Ltda[®], Vorna Valley, Midrand, South Africa) e de [Lac] da marca Roche[®] modelo BM-Lactate (Roche Diagnosis GmbH[®], Mannheim, Alemanha). Após a coleta, rapidamente o local de punção foi pressionado firmemente para sustar a hemorragia. A glicemia

foi analisada pelo monitor Accu-Chek® modelo Active (Roche Diabetes Care Ltda®, Vorna Valley, Midrand, South Africa). Enquanto que a [Lac] foi analisada pelo aparelho lactímetro Accutrend® modelo Plus (Roche Diagnosis GmbH®, Mannheim, Alemanha). Adicionalmente, os dados coletados foram utilizados no cálculo do Δ [Lac], sendo este utilizado para o cálculo do CA do GE (ver tópico 5.2.4., pág. 64). Os valores de glicemia foram expressos em miligramas por decilitro (mg/dl), enquanto a [Lac] em milimol por litro (mmol.l¹).

5.2.7. Avaliações hemodinâmicas

Para análise da FC foi utilizado um frequencímetro Polar® modelo M430 (Polar®, Helsinque, Finland) e uma cinta Polar® modelo H10 (Polar®, Helsinque, Finland) posicionada ao redor da caixa torácica, conforme especificações técnicas do fabricante. Os valores de FC foram expressos em batimentos por minuto (bpm). Para a análise da PA foi utilizado um aparelho medidor de pressão digital de braço Omron® modelo HEM-7122 (Omron®, Jundiaí, São Paulo, Brasil), conforme diretrizes da American Heart Association (AHA) (WHELTON et al., 2018). Os valores de PA (PAS e PAD) foram expressos em mmHg, sendo a PAM obtida através da soma entre um terço da Pressão de Pulso (PP = PAS – PAD) e PAD, conforme a seguinte equação: $PAM = PAD + 1/3 PP$ (NORA; GROBOCOPATEL, 1996).

Para mensuração da PIC foi utilizado um equipamento (sensor) não invasivo e indolor Brain4care® modelo Research 1.5 (Brain4Care Health Technology®, São Carlos, São Paulo, Brasil) descrito anteriormente (ver tópico 1.1.3., pág. 38-42). Todos os dados coletados foram analisados pelo sistema analítico da Brain4care® (Brain4Care Health Technology®, São Carlos, São Paulo, Brasil). Para análise da PIC, foram considerados como parâmetro normal quando a amplitude dos picos foi tal que $P1 > P2 > P3$, produzindo um padrão de onda característico, onde a razão $P2/P1$ deveria ser $< 0,8$, ou que o TTP fosse $< 0,2s$; e parâmetro anormal quando a morfologia deste pulso desvia-se desse padrão aumentando a relação da amplitude $P2/P1$ com valores superiores à $0,8$, ou que o TTP fosse $> 0,2s$ (FAN et al., 2008; CABELLA et al., 2016; VILELA et al., 2016; BALLESTERO et al., 2017; ANDRADE et al., 2021; GOMES et al., 2021; MORAES et al., 2022). Alterações na CCI podem provocar mudanças no padrão de morfologia da onda do pulso da PIC, fato geralmente caracterizado por elevações de $P2$ (MORAES et al., 2022). Todos os cálculos foram realizados a partir da média dos pulsos dentro de cada minuto de monitoramento após a exclusão de possíveis artefatos. Essas informações foram observadas momento a momento, assim como armazenadas para futuras análises. Ressaltamos que o sensor apoiado a faixa com presilha ajustável permaneceu acoplado ao

voluntário durante todo o experimento, não sendo retirado para a realização do exercício. Salientamos ainda, que os dados apresentados no tópico 6 (pág. 70, que trata dos Resultados e Discussão), são referentes aqueles coletados em repouso e nos intervalos pós-série e pós-exercício, evitando assim artefatos provocados pelo movimento.

5.2.8. Saturação de oxigênio (SpO₂)

A mensuração da saturação do oxigênio da hemoglobina arterial (SpO₂) foi realizada de forma não invasiva por meio do aparelho oxímetro de pulso da marca G-Tech[®] modelo OLED Graph (Beijing Choice Electronic Technology Co. Ltda.[®], Beijing, P.R., China), segundo especificações do fabricante. Em resumo, este equipamento baseia-se na espectrofotometria sanguínea, medindo a quantidade de luz transmitida através dos capilares do paciente, sincronizados com o pulso cardíaco. Frente ao exposto, a saturação do oxigênio da hemoglobina arteriolar periférica é mensurada através de um sensor de dois díodos emissores de luz que transmitem raios de luz vermelha e infravermelha através das extremidades do corpo. A luz transmitida é então recebida por fotodetector. O sangue saturado de oxigênio absorve a luz de uma maneira diferente do sangue não saturado de oxigênio. Assim, a quantidade de raios vermelhos e infravermelhos absorvida pelo sangue que flui numa área periférica adequada do corpo, pode ser utilizada para calcular a razão da hemoglobina oxigenada para a hemoglobina total no sangue arterial.

5.2.9. Avaliação da percepção subjetiva de esforço (PSE)

A PSE da sessão (30 min. após o término do exercício) foi avaliada por meio da escala de Borg e Noble (1974), sendo a apresentação da escala padronizada para os voluntários. Estes foram instruídos previamente, por um avaliador experiente a apontar a classificação quando solicitado. Esta escala contém numerais de 6 à 20, os quais subjetivam a percepção de esforço em “muito fácil” (numerais de 6 à 8), “fácil” (numerais de 9 à 10), “relativamente fácil” (numerais de 11 à 12), “ligeiramente cansativo” (numerais de 13 à 14), “cansativo” (numerais de 15 à 16), “muito cansativo” (numerais de 17 à 18), e “exausto” (numerais de 19 à 20).

5.3. Análise estatística

Anteriormente a coleta de dados, o número de voluntários foi estabelecido em atenção a recomendação para um poder amostral de 0,9 em nível padrão de α de 0,05, através do software estatístico G*Power[®] versão 3.1 (Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf, Düsseldorf,

Bundesland, Germany). As análises indicaram a necessidade de ≥ 30 voluntários para efeito de 1,30 (poder da amostra = 0,912) considerado como “muito grande” (ESPÍRITO-SANTO; DANIEL, 2015). Após as coletas, todos dados foram primeiramente tabulados no software estatístico Microsoft® Excel 2013 (Microsoft Corporation®, Redmond, Washington, United States of America) e posteriormente transferidos para o software estatístico IBM® SPSS® Statistics (Statistical Package for the Social Sciences) versão 29.0 (Copyright International Business Machines Corporation®, Armonk, New York, United States of America) para tratamento dos dados por meio de procedimentos estatísticos compatíveis com os objetivos. Em seguida, foi utilizado para a confecção dos gráficos o software estatístico GraphPad Prism® versão 9.5.1 (Software Graph-Pad Prism®, San Diego, California, United States of America). Em todas as etapas estatísticas foi utilizado um notebook da marca Lenovo® modelo IdeaPad 310 (Lenovo Tecnologia Brasil Ltda®, Indaiatuba, São Paulo, Brasil).

Após inspeção visual, para verificar se os dados seguiram uma distribuição normal, a normalidade de cada conjunto de dados foi realizada pelo teste de Shapiro-Wilk, aplicando também o teste de homogeneidade de Levene. Em seguida, um teste T de Student para amostras independentes foi empregue para comparar homens e mulheres nas variáveis avaliadas antes do protocolo de intervenção (composição corporal, perfil lipídico, glicemia em jejum e VO_2 pico). Após a aplicação do teste T de Student, os grupos (homens e mulheres) foram unificados. O efeito do tempo (ex.: repouso, durante o exercício e após 3°, 6°, 9° e 12° min.) no grupo unificado foi analisado utilizando o teste de análise de variância Anova One-Way para medidas repetidas (restante das variáveis avaliadas). O teste de Bonferroni para análise *post hoc* foi realizado para avaliar as comparações múltiplas e identificar onde as diferenças ocorreram. O coeficiente de correlação de Pearson foi utilizado para determinar a associação entre todas as variáveis avaliadas, sendo o valor da correlação e a inclinação da regressão linear entre os valores absolutos e $\Delta\%$ da razão P2/P1 ou do TTP e da PAM condição de verificação da autorregulação cerebral estática. Os resultados estão apresentados em média \pm erro padrão da média (SEM) e em $\Delta\%$. Para as conclusões das análises estatísticas foi utilizado o nível de significância de 5% ($p < 0,05$).

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1. Características dos participantes

A partir do teste T de Student para amostras independentes, verificamos que as características amostrais em ambos sexos eram semelhantes nas variáveis analisadas pré-intervenção [Mulheres (massa corporal = $62,06 \pm 2,80$ kg; estatura = $1,61 \pm 0,07$ m; IMC = $23,80 \pm 4,07$ kg/m²; massa magra = $20,53 \pm 0,94\%$; Ct = $150,93 \pm 9,08$ mg/dl; HDL = $61,00 \pm 4,50$ mg/dl; LDL = $66,57 \pm 6,61$ mg/dl; TG = $116,80 \pm 10,66$ mg/dl; Glicemia em jejum = $84,48 \pm 2,15$ mg/dl) e Homens (massa corporal = $77,74 \pm 2,42$ kg; estatura = $1,76 \pm 0,08$ m; IMC = $24,92 \pm 3,48$ kg/m²; massa magra = $23,09 \pm 1,60\%$; Ct = $159,99 \pm 5,74$ mg/dl; HDL = $48,60 \pm 3,28$ mg/dl; LDL = $86,78 \pm 4,29$ mg/dl; TG = $121,80 \pm 9,31$ mg/dl; Glicemia em jejum = $84,13 \pm 1,36$ mg/dl); $p > 0,05$, resultados não apresentados em figuras], exceto para percentual de gordura corporal (Mulheres = $23,95 \pm 1,88\%$; Homens = $12,97 \pm 3,49\%$) e VO₂pico (Mulheres = $45,31 \pm 3,44$ ml/kg·min⁻¹; Homens = $54,61 \pm 3,54$ ml/kg·min⁻¹) ($p < 0,001$).

Diante do exposto, e por todos os participantes estarem em conformidade com parâmetros satisfatórios de saúde e condicionamento físico, optou-se por apresentar os resultados do efeito do exercício sobre as variáveis analisadas considerando apenas um conjunto de indivíduos, independente do sexo.

6.2. Carga de treinamento do protocolo de exercício físico

A CT verificada no protocolo de exercício foi de $4.182,60 \pm 139,30$ U.A., resultados alcançados após o término da terceira série de agachamentos. Este valor foi superior as séries anteriores (Série 1 = $1.394,26 \pm 46,43$ U.A.; Série 2 = $2.788,40 \pm 92,87$ U.A.; $p < 0,001$). Durante a sessão os valores percentuais (%) atingidos em relação ao VO₂pico ($49,96 \pm 1,50$ ml/kg·min⁻¹) e FCmáx ($183,57 \pm 1,72$ bpm) estabelecido durante o teste incremental em esteira foi de $46,66 \pm 1,63\%$ ($23,18 \pm 0,83$ ml/kg·min⁻¹, dados absolutos) e $66,99 \pm 1,80\%$ ($122,60 \pm 3,08$ bpm, dados absolutos), respectivamente. O resultado do % VO₂pico foi abaixo do limiar ventilatório 1 ($29,82 \pm 1,04$ ml/kg·min⁻¹), correspondendo a $79,93 \pm 3,76\%$ do mesmo. Especificamente, em km/h e inclinação da esteira, o limiar ventilatório 1 foi identificado em $5,30 \pm 0,09$ km/h e $13,9 \pm 0,13\%$ de inclinação, enquanto que o limiar ventilatório 2 e o VO₂pico corresponderam à $6,27 \pm 0,15$ km/h e $15,33 \pm 0,24\%$ de inclinação e $7,13 \pm 0,17$ km/h e $16,67 \pm 0,25\%$ de inclinação, respectivamente. Finalmente, a PSE da sessão de exercício foi igual a $10,53 \pm 0,30$ U.A., resultados não apresentados em figuras.

6.3. Efeito do protocolo de exercício sobre variáveis hemodinâmicas e cerebrovasculares

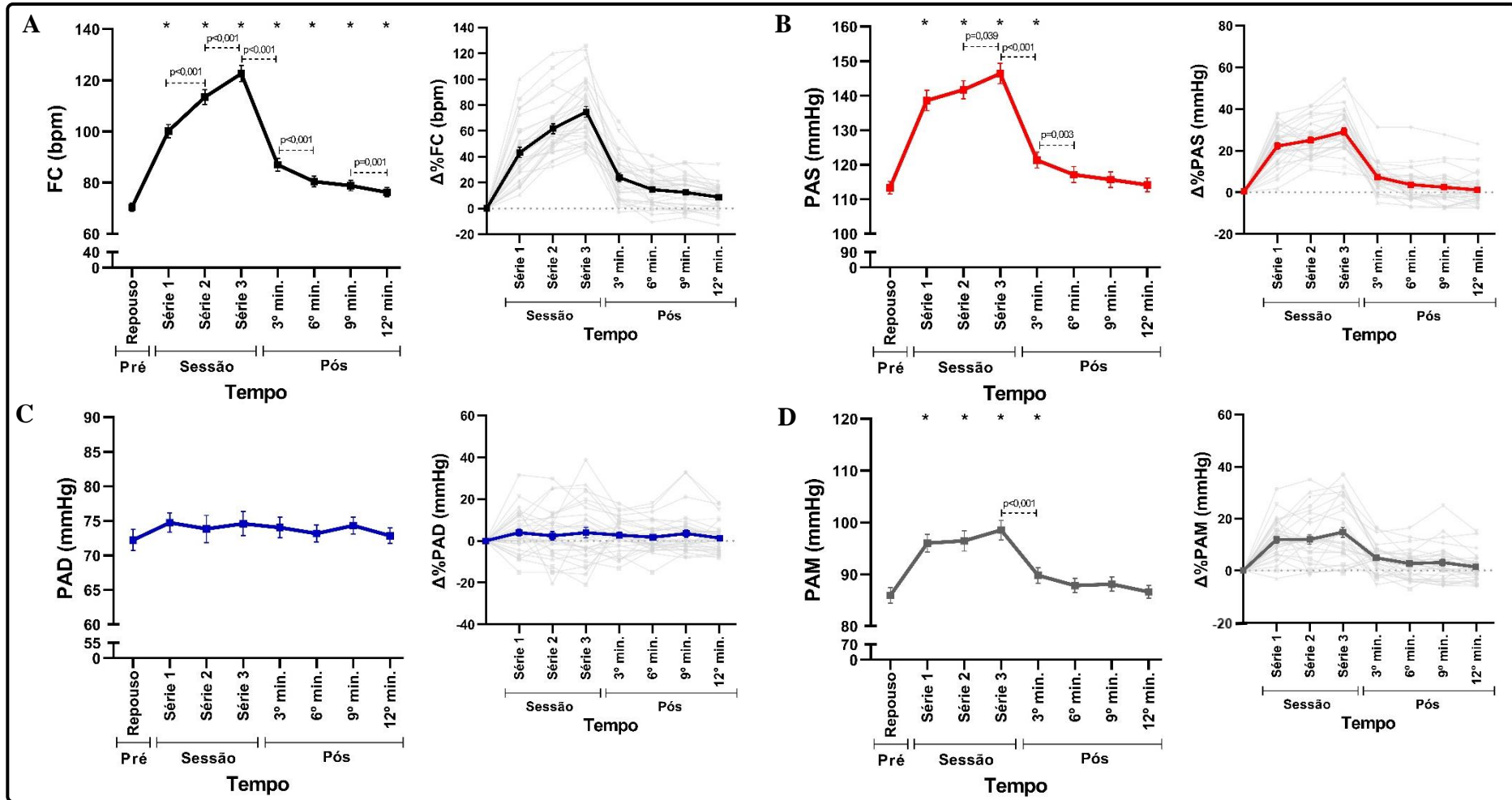
6.3.1. Cinética dos parâmetros hemodinâmicos e cerebrovasculares

A cinética dos parâmetros hemodinâmicos e cerebrovasculares analisados durante o experimento nos diferentes cortes avaliativos são apresentados nas Figuras 18 (pág. 72) e 19 (pág. 73), respectivamente. A partir do teste estatístico Anova One-Way de medidas repetidas verificamos a existência do efeito da sessão de exercício sobre a FC [$F(2,03, 29,04) = 133,97$; $p < 0,001$] (Figura 18 A), a PAS [$F(1,80, 52,72) = 52,81$; $p < 0,001$] (Figura 18 B), a PAM [$F(2,85, 82,71) = 26,68$; $p < 0,001$] (Figura 18 C), a razão P2/P1 [$F(2,83, 82,12) = 19,37$; $p < 0,001$] (Figura 19 A) e o TTP [$F(4,32, 125,28) = p < 0,001$] (Figura 19 B). O mesmo não foi observado para PAD [$F(3,1, 92,68) = 1,03$; $p = 0,384$] (Figura 18 D) em nenhum dos cortes avaliativos.

Na sequência, por meio do teste de *post-hoc* de Bonferroni, observamos que a FC continuou aumentando até o término do exercício (Repouso = $70,40 \pm 1,59$ bpm; *versus* Série 1 = $100,13 \pm 2,55$ bpm; *versus* Série 2: $113,40 \pm 2,90$ bpm *versus* Série 3 = $122,60 \pm 3,13$ bpm; $p < 0,001$), reportando $\Delta\%FC$ de $73,10 \pm 4,11\%$ em relação ao repouso. Imediatamente após a interrupção do exercício houve redução da FC (Série 3 = $122,60 \pm 2,44$ bpm *versus* 3º min. = $86,97 \pm 2,10$; $p < 0,001$), persistindo até o final do registro de dados (3º min. *versus* 6º min. = $86,97 \pm 2,44$ bpm; $p < 0,001$; 9º min. = $78,87 \pm 2,01$ bpm *versus* 12º min. = $76,27 \pm 1,77$ bpm; $p = 0,001$) (Figura 18 A). Fato semelhante foi verificado para PAS (Repouso: $113,33 \pm 1,80$ mmHg *versus* Série 3: $146,40 \pm 2,86$ mmHg; $p < 0,001$; $\Delta\%PAS = 29,30 \pm 1,83\%$) e PAM (Repouso = $85,93 \pm 1,47$ mmHg *versus* Série 3 = $98,53 \pm 1,83$ mmHg; $p < 0,001$; $\Delta\%PAM = 15,07 \pm 1,91\%$), com retorno aos valores de repouso, sem diferença significativa, ocorrendo a partir do 6º min. ($117,13 \pm 2,31$; $p = 0,600$; $87,82 \pm 1,33$; $p = 0,775$, respectivamente) (Figura 18 B e D). Por outro lado, para razão P2/P1 e TTP houve diminuição significativa em relação ao repouso durante a sessão de exercício ($\Delta\%P2/P1 = -17,27 \pm 1,98$; $p < 0,001$; $\Delta\%TTP = -16,05 \pm 3,49$; $p = 0,004$), com o último retornando aos valores pré-intervenção antes do término do experimento (TTP 6º min. = $0,136 \pm 0,004$; $p = 0,072$) (Figura 19 A e B).

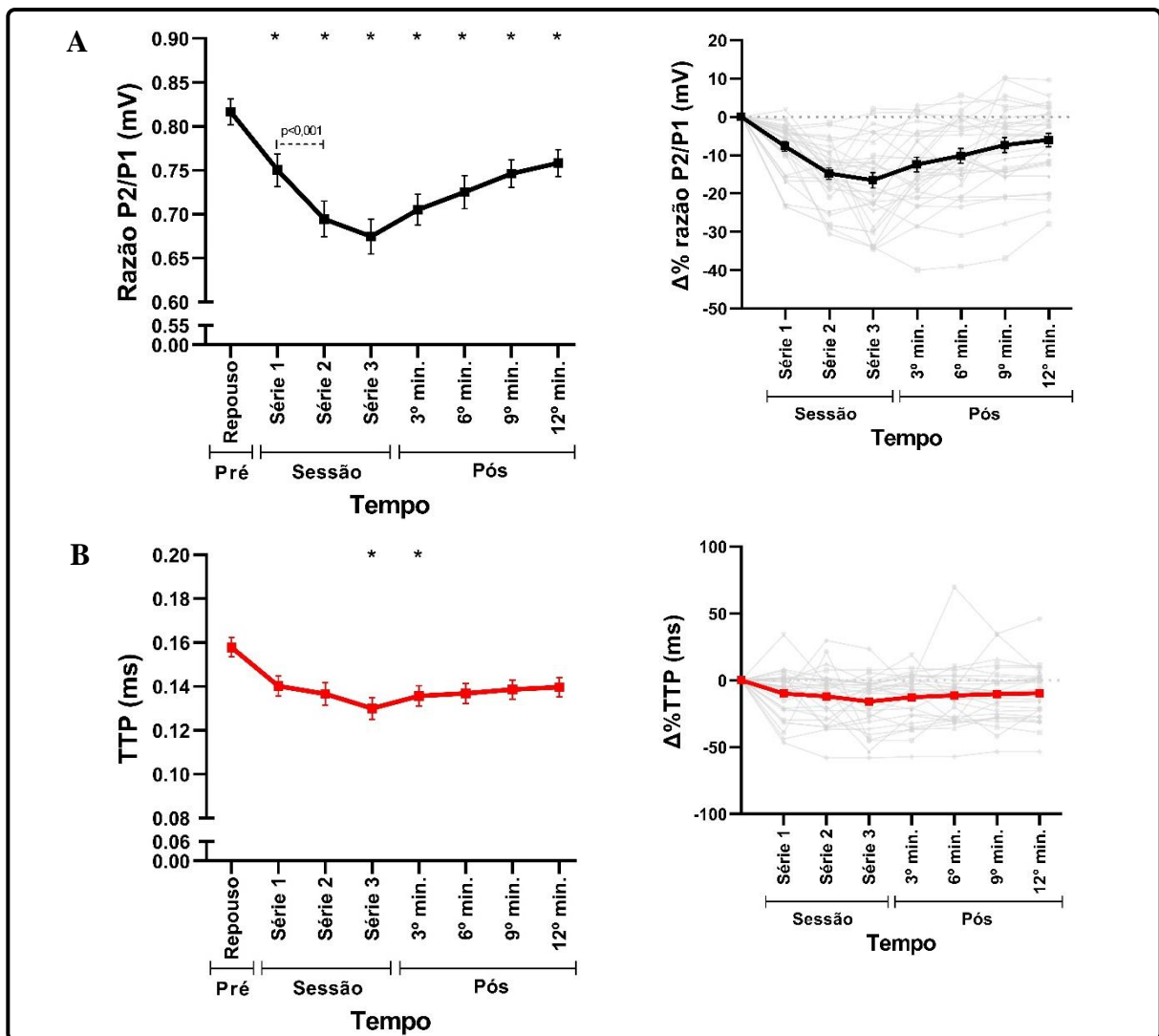
Por fim, notamos que o tempo de análise (ex.: 12 min. pós-exercício) não foi suficiente para que fosse observado o retorno da FC (Repouso = $70,40 \pm 1,59$ bpm *versus* 12º min. = $76,26 \pm 1,77$ bpm; $p = 0,001$) e da razão P2/P1 (Repouso = $0,816 \pm 0,082$ mV *versus* 12º min. = $0,758 \pm 0,084$ mV; $p = 0,016$) aos parâmetros de repouso. Diferenças adicionais foram observadas entre outros cortes avaliativos (ex.: Série 2 e 12º min. para FC; $p < 0,001$), porém para evitar comparações não relacionadas diretamente as hipóteses e objetivos do estudo, as mesmas apenas foram apresentadas nas figuras a seguir (Figuras 18 e 19).

Figura 18 - Cinética dos parâmetros hemodinâmicos durante o experimento.



(A) Frequência Cardíaca (FC) absoluta e variação percentual ($\Delta\%$), (B) Pressão Arterial Sistólica (PAS) absoluta e $\Delta\%$, (C) Pressão Arterial Diastólica (PAD) absoluta e $\Delta\%$ e (D) Pressão Arterial Média (PAM) absoluta e $\Delta\%$ em função dos momentos de coleta (Tempo). As barras representam as diferenças significativas entre os cortes avaliativos indicados. * $p < 0,05$, diferença entre repouso e os cortes avaliativos (Anova One-Way de medidas repetidas com *post hoc* de Bonferroni). Legenda: bpm: batimentos por minuto; FC: Frequência Cardíaca; min.: minutos; mmHg: milímetros de mercúrio; PAS: Pressão Arterial Sistólica; PAD: Pressão Arterial Diastólica; PAM: Pressão Arterial Média; $\Delta\%$: variação percentual. Os resultados são apresentados como médias \pm erro padrão da média ($p < 0,05$). Fonte: elaborado pelo próprio autor.

Figura 19 - Cinética dos parâmetros cerebrovasculares durante o experimento.



(A) Razão P2/P1 absoluta e variação percentual ($\Delta\%$) e (B) Time to peak (TTP) absoluta e $\Delta\%$ em função dos momentos de coleta (Tempo). As barras representam as diferenças significativas entre os cortes avaliativos indicados. * $p < 0,05$, diferença entre repouso e os cortes avaliativos (Anova One-Way de medidas repetidas com *post hoc* de Bonferroni). Legenda: ms: milissegundos; mV: milivolts; min.: minutos; P2/P1: razão da segunda pela primeira onda; TTP: Time to Peak; $\Delta\%$: variação percentual. Os resultados são apresentados como médias \pm erro padrão da média ($p < 0,05$). Fonte: elaborado pelo próprio autor.

6.3.2. Correlação entre os parâmetros cerebrovasculares, carga de treinamento e composição corporal

Para compreendermos melhor a dinâmica imposta pela carga do treinamento sobre os parâmetros cerebrovasculares, e sua relação com a composição corporal, foi realizado um teste de correlação (Tabela 2, pág. 74). Verificamos correlação positiva entre razão P2/P1 e TTP ($r = 0,429$; $p < 0,001$) e entre CT e massa corporal ($r = 0,999$; $p < 0,001$) e IMC ($r = 0,764$; $p < 0,001$). Houve também correlações negativas entre CT e razão P2/P1 ($r = -0,539$; $p < 0,001$) e TTP ($r = -0,438$; $p < 0,001$). Durante a sessão de TS foi observada correlação negativa entre a PAM e P2/P1

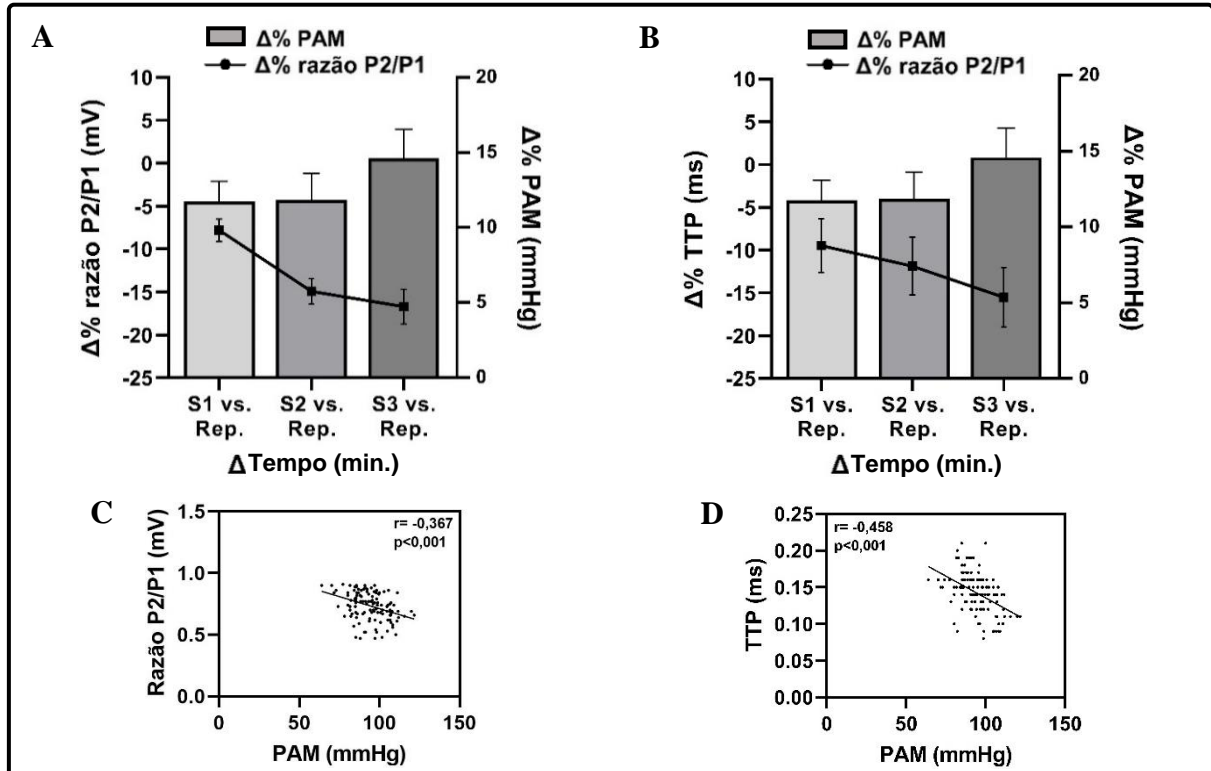
($r = -0,367$; $p < 0,001$) e/ou PAM e TTP ($r = -0,458$; $p < 0,001$), demonstrando manutenção da autorregulação cerebral estática frente ao esforço provocado pelo exercício (Figura 20).

Tabela 2 – Coeficiente de correlação entre variáveis cerebrovasculares, carga de treinamento e composição corporal.

	P2/P1 (mV)		TTP (ms)		CT (U.A.)	
	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>R</i>	<i>p</i>
TTP (ms)	0,429*	<0,001				
CT (U.A.)	-0,539*	<0,001	-0,438*	<0,001		
VO ₂ pico (%)	-0,025	0,895	-0,030	0,875	-0,119	0,532
FCmáx (%)	-0,261	0,163	0,080	0,674	-0,211	0,263
PSE (U.A.)	-0,359	0,051	0,049	0,798	-0,016	0,932
MC (kg)	-0,172	0,364	-0,094	0,620	0,999*	<0,001
MM (%)	-0,170	0,370	0,133	0,482	0,062	0,744
GC (%)	0,249	0,249	-0,074	0,698	-0,258	0,169
IMC (kg/m ²)	-0,015	0,936	-0,094	0,621	0,764*	<0,001

Legenda: CG: Percentual de gordura corporal; CT: Carga de trabalho; FCmáx: Frequência Cardíaca Máxima; IMC: Índice de massa corporal; kg/m²: quilogramas por metro quadrado; ms: milissegundos; mV: milivolts; MC: Massa corporal; MM: Percentual de massa magra; PSE: Percepção Subjetiva de Esforço; P2/P1: razão da segunda pela primeira onda; %: porcentagem; TTP: Time to Peak; U.A.: Unidade Arbitrária; VO₂pico: Consumo de oxigênio de pico. * $p < 0,05$. Fonte: elaborado pelo próprio autor.

Figura 20 – Autorregulação cerebral estática durante o experimento.



(A) Variação percentual ($\Delta\%$) da Razão P2/P1 (y1) e da Pressão Arterial Média (PAM) (y2) em função do delta (Δ) Tempo (x1), (B) Correlação entre Razão P2/P1 e PAM, (C) $\Delta\%$ do Time to Peak (TTP) (y1) e da PAM (y2) em função do Δ Tempo (x1) e (D) Correlação entre TTP e PAM. Legenda: min.: minutos; ms: milissegundos; mmHg: milímetros de mercúrio; PAM: Pressão Arterial Média; P2/P1: razão da segunda pela primeira onda; Rep.: repouso; S1: primeira série; S2: segunda série; S3: terceira série; TTP: Time to Peak; $\Delta\%$: variação percentual; vs.: versus. A correlação de Pearson é significativa com $p < 0,05$. Fonte: elaborado pelo próprio autor.

6.4. Efeito do protocolo de exercício físico sobre as variáveis metabólicas

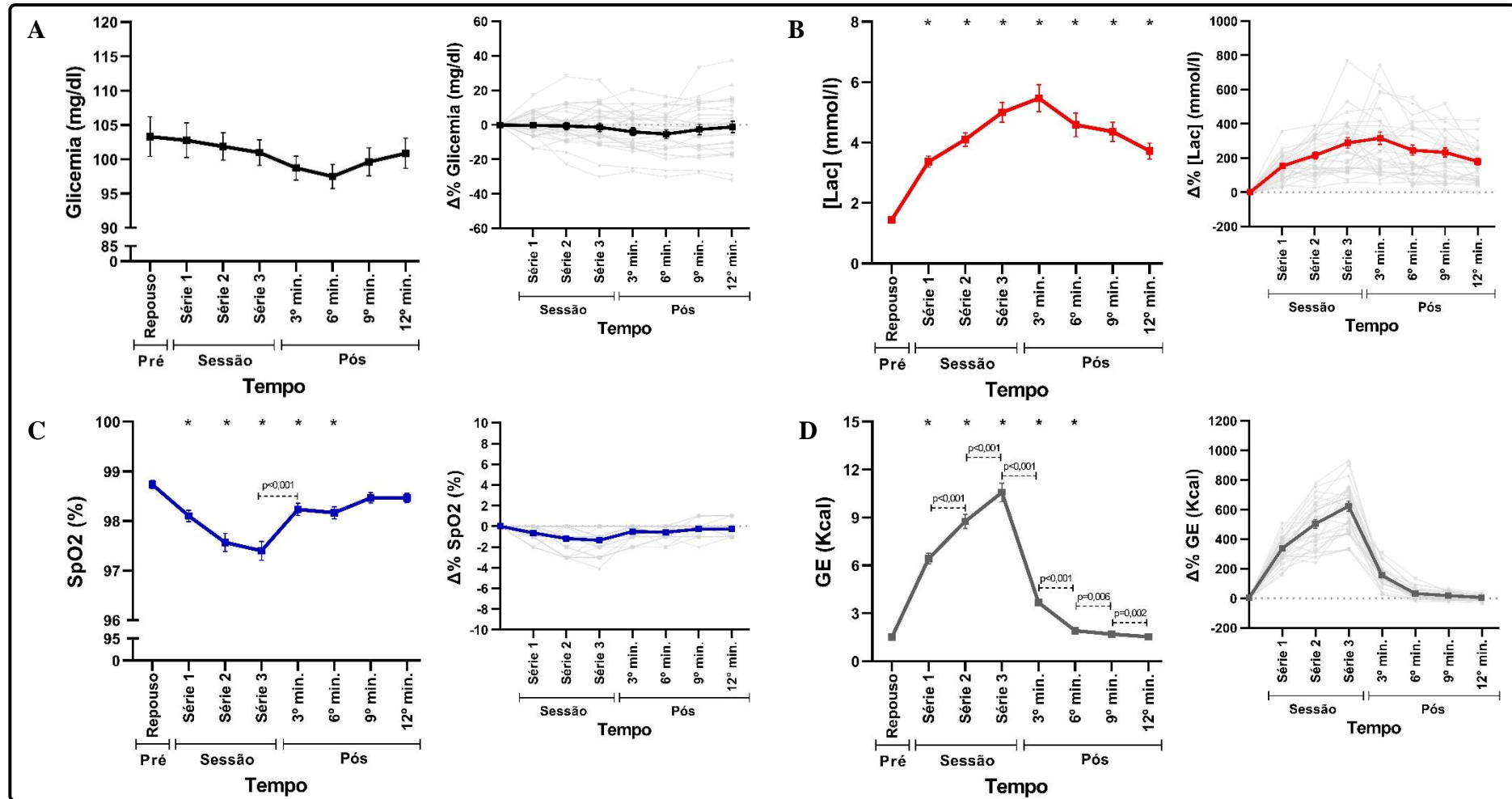
6.4.1. Cinética dos parâmetros metabólicos

Na Figura 21 (pág. 76) é apresentada a cinética dos parâmetros metabólicos registrados durante o experimento nos diferentes cortes avaliativos. Houve efeito significativo do protocolo de exercício sobre a [Lac] [F (3,34, 99,60) = 25,77; $p < 0,001$] (Figura 21 B), SpO₂ [F (3,76, 109,14) = 17,33; $p < 0,001$] (Figura 21 C) e GE [F (1,81, 52,76) = 221,54; $p < 0,001$] (Figura 21 D). O mesmo não foi observado para Glicemia [F (2,24, 65,04) = 2,71; $p = 0,068$] (Figura 21 A).

Ademais, diferença significativa foi observada entre o repouso e os demais cortes avaliativos para [Lac] (Repouso: $1,44 \pm 0,06$ mmol/l; *versus* Série 1: $3,36 \pm 0,18$ mmol/l; *versus* Série 2: $4,10 \pm 0,22$ mmol/l; *versus* Série 3: $4,99 \pm 0,32$ mmol/l; *versus* 3^omin.: $5,47 \pm 0,44$ mmol/l; *versus* 6^omin.: $4,58 \pm 0,38$ mmol/l; *versus* 9^omin.: $4,36 \pm 0,31$ mmol/l; *versus* 12^omin.: $3,72 \pm 0,25$ mmol/l; $p < 0,001$), com o $\Delta\%$ [Lac] ao término da sessão de exercício atingindo $262,38 \pm 27,82\%$. Apenas para esta variável o tempo de análise foi insuficiente para observar o retorno aos valores basais (Figura 21 B). Também evidenciamos redução da SpO₂ (Repouso: $98,73 \pm 0,08\%$ *versus* Série 3: $97,40 \pm 0,18\%$; $p < 0,001$) e aumento do GE ($1,51 \pm 0,07$ kcal *versus* Série 3: $10,56 \pm 0,58$ kcal; $p < 0,001$) durante a sessão de TS, seguida de uma imediata inversão dos resultados, contrária ao efeito provocado pelo exercício. Nessas variáveis tal efeito foi notado até o 6^o min. ($p < 0,001$) antes que os valores retornassem aos níveis de repouso (9^o min: SpO₂ = $98,47 \pm 0,10\%$; $p = 0,999$; GE = $1,69 \pm 0,08$ kcal; $p = 0,122$) (Figura 21 C e D).

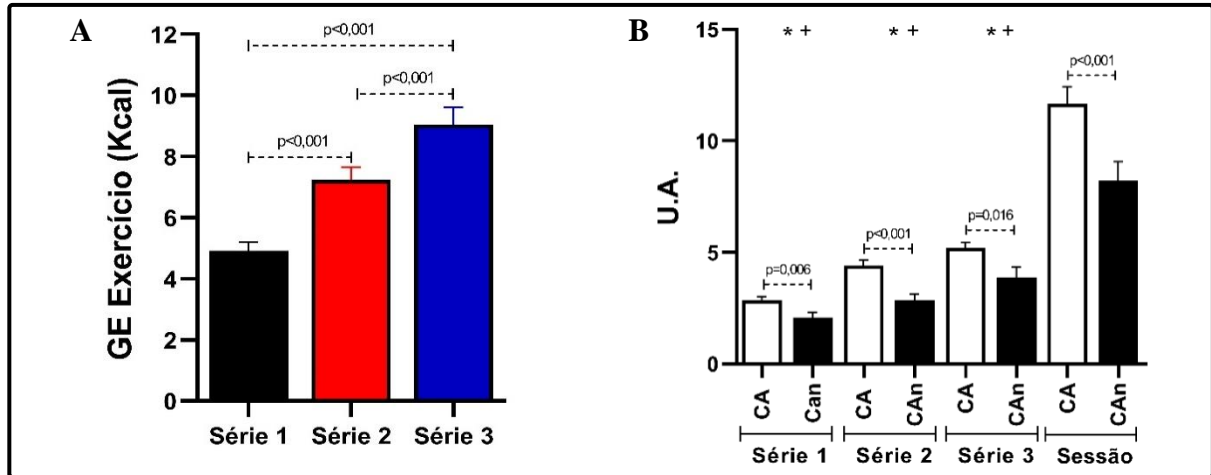
Ao olharmos especificamente para o GEE durante a sessão de exercício, subtraindo o GER registrado pré-intervenção do GE total conforme indicado por Magosso et al. (2013), foi verificado diferença estatística entre as séries (Série 1 = $4,91 \pm 0,28$ kcal *versus* Série 2 = $7,23 \pm 0,41$ kcal; $p < 0,001$; *versus* Série 3 = $9,05 \pm 0,54$ kcal; $p < 0,001$) (Figura 22 A, pág. 76), demonstrando aumento relativo a CT [F (1,81, 52,55) = 56,04; $p < 0,001$]. De modo similar, o CA (Série 1 = $2,84 \pm 0,15$ U.A. *versus* Série 2 = $4,39 \pm 0,24$ U.A.; $p < 0,001$; *versus* Série 3 = $5,18 \pm 0,25$ U.A.; $p < 0,001$) e CAn (Série 1 = $2,06 \pm 0,22$ U.A. *versus* Série 2 = $2,84 \pm 0,27$ U.A.; $p = 0,016$; *versus* Série 3 = $3,86 \pm 0,46$ U.A.; $p = 0,022$) aumentaram significativamente entre as séries com avançar da sessão de TS [F (1,81, 52,54) = 56,12; $p < 0,001$]. Houve também diferença entre CA e CAn em cada série de exercício (Série 1 = $p = 0,006$; Série 2 = $p < 0,001$; Série 3 = $p = 0,016$) [F (1,00, 29,00) = 17,32; $p < 0,001$] e na somatória total da sessão ($p < 0,001$) (Figura 22 B, pág. 77).

Figura 21 - Cinética dos parâmetros metabólicos durante o experimento.



(A) Glicemia absoluta e variação percentual ($\Delta\%$), (B) Concentração Sanguínea de Lactato [Lac] absoluta e $\Delta\%$, (C) Saturação de Oxigênio (SpO_2) absoluta e $\Delta\%$ e (D) Gasto Energético (GE) absoluta e $\Delta\%$ em função dos momentos de coleta (Tempo). As barras representam as diferenças significativas entre os cortes avaliativos indicados. * $p < 0,05$, diferença entre repouso e os cortes avaliativos (Anova One-Way de medidas repetidas com *post hoc* de Bonferroni). [Lac] Concentração Sanguínea de Lactato; GE: Gasto Energético; Kcal: quilocalorias; mg/dl: miligramas por decilitro; min.: minutos; mmol/l: milimol por litro; %: porcentagem; SpO_2 : Saturação de Oxigênio; $\Delta\%$: variação percentual. Os resultados são apresentados como médias \pm erro padrão da média ($p < 0,05$).

Figura 22 – GE do exercício, CA e CAn durante a sessão de exercício.



(A) Gasto Energético do Exercício (GEE) e (B) Componentes Aeróbico (CA) e Anaeróbico (CAn) sessão e nas diferentes séries. As barras representam as diferenças significativas nos cortes avaliativos indicados (Anova One-Way de medidas repetidas com *post hoc* de Bonferroni). * $p < 0,05$, diferença entre os cortes avaliativos para Componente Aeróbico. + $p < 0,05$, diferença entre os cortes avaliativos para Componente Anaeróbico. CA: Componente Aeróbico; CAn: Componente Anaeróbico; GEE: Gasto Energético do Exercício; Kcal: quilocalorias; U.A.: unidade arbitrária. Os resultados são apresentados como médias \pm erro padrão da média ($p < 0,05$).

6.4.2. Correlação entre os parâmetros metabólicos, carga de treinamento e composição corporal

Buscando compreender a relação entre os parâmetros metabólicos e variáveis relacionados a carga de treinamento aplicamos um teste de correlação apresentado na Tabela 3.

Tabela 3 – Coeficiente de correlação entre variáveis metabólicas, carga de treinamento e composição corporal.

	[Lac] (mmol/l)		GE (kcal)		CA (U.A.)		CAn (U.A.)	
	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>R</i>	<i>p</i>
GE (kcal)	0,731*	<0,001						
CA (U.A.)	0,228*	0,031	0,770*	<0,001				
CAn (U.A.)	0,931*	<0,001	0,837*	<0,001	0,316*	0,002		
CT (U.A.)	0,503*	<0,001	0,778*	<0,001	0,765*	<0,001	0,548*	<0,001
VO₂pico (%)	0,200	0,290	0,079	0,678	0,060	0,753	0,033	0,862
FCmáx (%)	-0,122	0,520	-0,309	0,096	-0,150	0,062	-0,150	0,428
PSE (U.A.)	-,0130	0,495	-0,153	0,418	0,035	0,855	-0,243	0,195
MC (kg)	0,208	0,271	0,644*	<0,001	0,401*	0,028	0,474*	0,008
MM (%)	-0,144	0,477	0,073	0,700	0,131	0,490	-0,107	0,573
GC (%)	0,077	0,687	-0,240	0,202	-0,261	0,164	-0,017	0,928
IMC (kg/m²)	0,163	0,390	0,394*	0,031	0,139	0,463	0,394*	0,031

Legenda: CA: Componente Aeróbico; CAn: Componente Anaeróbico; CG: Percentual de gordura corporal; CT: Carga de trabalho; FCmáx: Frequência Cardíaca Máxima; GE: Gasto Energético; Kcal: quilocalorias; IMC: Índice de massa corporal; kg/m²: quilogramas por metro quadrado; mmol/l: milimol por litro; MC: Massa corporal; MM: Percentual de massa magra; PSE: Percepção Subjetiva de Esforço; %: porcentagem; U.A.: Unidade Arbitrária; VO₂pico: Consumo de oxigênio de pico. * $p < 0,05$. Fonte: elaborado pelo próprio autor.

Verificamos correlação positiva entre [Lac] e GE ($r= 0,731$; $p<0001$), CA ($r= 0,228$; $p=0,031$), CAn ($r=0,931$; $p<0,001$) e CT ($r=0,503$; $p<0,001$). Além disso, o GE correlacionou-se positivamente com o CA ($r= 0,770$; $p<0,001$), CAn ($r= 0,837$; $p<0,001$), CT ($r= 0,778$; $p<0,001$), massa corporal ($r= 0,644$; $p<0,001$) e IMC ($r= 0,394$; $p= 0,031$), o CA com CAn ($r= 0,316$; $p= 0,002$), CT ($r= 0,765$; $p<0,001$) e massa corporal ($r= 0,401$; $p= 0,028$) e o CAn com CT ($r= 0,548$; $p<0,001$), massa corporal ($r= 0,474$; $p= 0,008$) e IMC ($r= 0,394$; $p= 0,031$) (Tabela 3, pág. 77).

6.5. Discussão

A PIC, pressão exercida dentro da cavidade craniana, é resultado da dinâmica entre o parênquima cerebral e medula espinhal, LCR e sangue arterial e venoso (CARLOTTI JR; COLLI; DIAS, 1998; GIUGNO et al., 2003; CARDIM et al., 2016b; CABELLA et al., 2016; VILELA et al., 2016; HARARY; DOLMANS; GORMLEY, 2018; RABELO et al., 2021a). Esta importante variável fisiológica pode ser alterada por complicações cerebrovasculares (CARDIM et al., 2016ab; CABELLA et al., 2016; ANDRADE et al., 2021) e também pelo sedentarismo (OCAMOTO et al., 2021a). Diante disso, investigamos os efeitos de uma sessão de TS composta por três séries de agachamento realizado com auxílio da FS sobre o GE, glicemia, [Lac], SpO₂, FC, PSE, PA e PIC baseada em um método de avaliação não invasivo, interpretando tais efeitos sobre a CCI e autorregulação cerebral estática através de métricas de predição indireta do estado da dinâmica intracraniana e correlações entre os componentes da morfologia da onda de pulso da PIC e a PAM.

Embora estudos prévios reportem o aumento da popularidade deste tipo de treinamento entre os praticantes de exercício físico nos últimos anos, motivando a realização de diversas pesquisas (SANNICANDRO; COFANO; ROSA, 2015; DUDGEON et al., 2015; SMITH et al., 2016; GIANCOTTI et al., 2018; GIANCOTTI et al., 2019; JIMÉNEZ-GARCÍA et al., 2019), é do conhecimento dos autores que este seja o primeiro estudo a abordar o efeito do TS sobre a dinâmica intracraniana. Diante do exposto, nossos principais resultados demonstram que o protocolo de exercício físico adotado provocou aumento significativo na FC, PAS, PAM, [Lac] e o GE e reduziu a SpO₂ em indivíduos ativos e saudáveis, de modo proporcional a CT. Adicionalmente, também observamos redução da razão P2/P1 e do TTP, indicando aumento da CCI e funcionamento cerebrovascular normal. Por fim, verificamos correlações significativas negativas entre a razão P2/P1 e PAM, bem como entre o TTP e PAM, resultado que exemplifica a manutenção da autorregulação cerebral estática diante dos efeitos provocados pelo exercício.

Preliminarmente, ao olharmos para as características amostrais do estudo, observamos que os valores médios pré-intervenção das variáveis sanguíneas (ex.: Ct, HDL, LDL, TG e glicemia em jejum), de composição corporal (ex.: massa corporal, estatura, IMC, percentual de massa magra e gordura corporal) e aptidão cardiorrespiratória (ex.: VO_{2pico}) (ver tópico 6.1., pág. 70) estavam compatíveis com parâmetros satisfatórios de saúde e condicionamento físico (COOPER, 1982; ACSM, 2006; SBC, 2010; SBD, 2017; XAVIER et al., 2013; JENSEN et al., 2014; HERDY; CAIXETA, 2015; ABESO, 2016). Isso permitiu que apresentássemos os resultados e discutíssemos o efeito do TS sobre as variáveis analisadas considerando apenas um grupo amostral (indivíduos ativos e saudáveis), independente do sexo.

Assim, como hipotetizado inicialmente (ver tópico 3, pág. 58) e corroborando com estudos prévios que também investigaram o efeito de exercícios isolados característicos do TR tradicional (ex.: leg press, extensão de joelhos, flexão de joelhos deitada, etc.) ou de instabilidade na hemodinâmica corporal (ABAD et al. 2010; ANUNCIACÃO et al., 2012; ARAZI; GHIASI; ASGHARPOOR, 2013; BARBOSA-NETO; SANTOS; ALMEIDA, 2015; SALDANHA et al., 2016; PINTO et al., 2018; SILVA; ASSIS; RODRIGUES, 2019), verificamos aumentos significativos na FC, PAS e PAM, compatíveis com a progressão da sessão, portanto à CT, rapidamente atenuadas minutos após o término do exercício. Sobre isso a literatura descreve que o número de séries e repetições, elementos determinantes do volume de treinamento (SNARR; ESCO, 2013; HARRIS et al., 2017; SOLIGON et al., 2020), multiplicado pela intensidade do exercício, que na presente pesquisa vogou a própria massa corporal dos voluntários, são variáveis do treinamento responsáveis por modular a CT (FLECK; KRAEMER, 2017; GIANCOTTI et al., 2018). Fato evidenciado através da correlação significativa entre CT e massa corporal, e entre CT e IMC (Tabela 2, pág. 74).

Ainda nesse contexto, Dudgeon et al. (2015) ao investigarem as alterações hemodinâmicas e metabólicas de uma sessão de TS, observaram que a FC alcançada durante tal protocolo foi igual a 74% da $FC_{máx}$. Valor próximo ao observado por nós ($66,99 \pm 1,80\%$ da $FC_{máx}$ verificada durante teste incremental em esteira). A diferença entre os resultados de nosso estudo e aqueles observados pelo autor, pode ser justificada pela diferença entre os volumes de treinamento (nós: três séries com duração de 1 min.; vs. eles: vinte e quatro séries com duração de 30s). Volume que, para um mesmo grupo muscular (ex.: 2 a 4 séries/sessão), segundo a literatura já seriam suficientes para que observássemos alterações na carga interna de treinamento (RIEBE et al., 2018), pressuposto confirmado. Outrossim, a literatura aponta que esta variável durante o exercício está intimamente relacionada a modalidade, intensidade e também ao tempo de execução do protocolo de exercício (CORNELISSEN et al., 2013; ABAD

et al., 2010). Adicionalmente, a PSE verificada em nosso trabalho foi >10 U.A. ($10,53 \pm 0,30$ U.A.). Resultado que corrobora com estudos realizados anteriormente que avaliaram indivíduos treinados submetidos a uma sessão de TR composta por três séries do exercício de leg press 45° , com intensidade de 80% de 1RM, até a falha concêntrica (PSE de ~ 10 U.A.) (GIL et al., 2011) ou a uma sessão de treinamento funcional com intensidade de 70% da FCM_{máx} ($10 \pm 1,9$ U.A.) (BONAFÉ; SOARES; PASQUALOTTI, 2021).

Coletivamente esses resultados, somados ao %VO₂pico atingido durante a sessão ($46,66 \pm 1,63\%$ do VO₂pico estabelecido por teste incremental), segundo o American College of Sport Medicine caracterizam o protocolo de exercício proposto como de moderada intensidade (RIEBE et al., 2018). De acordo com a literatura exercícios com essa característica associam-se, entre outras, à adaptações morfofuncionais responsáveis por provocar bradicardia, aumento do VO₂máx, e por regular a sinalização transcricional e traducional do músculo esquelético através da secreção de miocinas favoráveis à oxidação de substratos e diminuição da produção e expressão de citocinas pró-inflamatórias decorrentes de patologias associadas ao sedentarismo (MONTEIRO; SOBRAL FILHO, 2004; MCARDLE; KATCH; KATCH, 2016; ABREU; LEAL-CARDOSO; CECCATO, 2017; POBLETE-ARO et al., 2018; PINCKARD; BASKIN; STANFORD, 2019; KUMAR et al., 2019; SCHFFER; LATINI, 2020).

Suplementarmente, a literatura que versa sobre a cinética dessas variáveis durante a realização do exercício, apontam que tais alterações hemodinâmicas são esperadas afim de atender a nova demanda metabólica gerada pela contração muscular, em prol da manutenção da homeostase celular (MONTEIRO; SOBRAL FILHO, 2004; HAWLEY et al., 2014; PINCKARD; BASKIN; STANFORD, 2019; SCHEFFER; LATINI, 2020). Em consonância com os dizeres anteriores, o comportamento da FC ocorre inicialmente em virtude de uma rápida retirada vagal e aumento da contribuição simpática, sendo o retorno aos parâmetros basais marcado pela perda do comando central e ativação de mecanismos fisiológicos que contribuem para o aumento da atividade parassimpática (ex.: mecanismo barorreflexo) (ABAD et al., 2010; BARBOSA-NETO; SANTOS; ALMEIDA, 2015). Ademais, ainda que não tenhamos verificado efeito hipotensor, a diminuição rápida e acentuada da PAS e PAM após o exercício refletem a ativação de mecanismos de controle cardiovascular, responsáveis por diminuir a atividade simpática (ex.: redução da FC, resistência vascular periférica e débito cardíaco) e aumentar a atividade vagal cardíaca (GREEN; SMITH, 2018).

Continuando, em relação a cinética da [Lac] foram verificados aumentos significativos, tanto em valores absolutos como na $\Delta\%$, em função da realização do exercício (Figura 21, pág. 76). Este resultado demonstra participação do sistema glicolítico durante o experimento, sendo

o aumento da [Lac] intramuscular associado a adaptações musculares em resposta a necessidade de manutenção da atividade muscular e tamponamento de metabólitos associados a fadiga (DUDGEON et al., 2015; SILVA et al., 2020). Estudos anteriores observaram aumentos significativos da [Lac] durante e imediatamente após protocolos de exercício físico, porém, a concentração e o tempo de retorno a concentração de repouso foram diferentes entre eles (DORNELES et al., 2012; DUDGEON et al., 2015; CHATEL et al., 2016; DANTAS et al., 2018; SILVA et al., 2020). Em nosso estudo o tempo de análise da cinética da [Lac] foi insuficiente para o retorno ao valor de repouso. Sobre isso a literatura aponta que, assim como as variáveis hemodinâmicas supramencionadas, a [Lac] é dependente da intensidade e volume do treinamento, sendo sua concentração na corrente sanguínea indicativo de maior ou menor intensidade e de tempo adequado de descanso quando pretende-se utilizar energia proveniente, predominantemente, do sistema glicolítico (MESSONNIER et al., 2013). Algo reportado em nosso estudo, em virtude da [Lac] relacionar-se positivamente com a CT e CAn (Tabela 3, pág. 77).

Por conseguinte, o GE também sofreu um aumento significativo em relação aos níveis basais, como demonstra a Figura 21 (pág. 76). Resultado similar foi observado em estudo composto por seis séries de HIIT utilizando apenas o peso corporal de indivíduos treinados ($11,02 \pm 1,73 \text{ kcal} \cdot \text{min}^{-1}$) (EVANGELISTA et al., 2021). Além disso, a mesma tendência foi verificada no GE provocado isoladamente pelas séries de exercício (GEE) (Figura 22, painel A, pág. 77). Quanto a isso, acreditamos que esta variável tenha sido determinada ao longo da sessão de TS (ex.: períodos ativos e de repouso) principalmente pelo CA que permaneceu elevado até o final do protocolo de intervenção. Ainda que, tal cinética também tenha sido observada no CAn, exemplificando a participação do sistema glicolítico no GE (Figura 22 B, pág. 77). Este cenário ocorre, pois, apesar da energia utilizada durante o exercício ser proveniente do metabolismo de gorduras e carboidratos (ANICETO et al., 2013), fato evidenciado pelo aumento da [Lac], na fase de recuperação a mesma é determinada pelo sistema oxidativo (DUDGEON et al., 2015).

Em relação a morfologia da onda de pulso da PIC, verificamos através de um equipamento de mensuração da PIC não invasiva e indolor com comprovada eficácia e forte correlação com métodos invasivos ($>0,8$; $p < 0,05$) (VILELA et al., 2016; FRIGIERI et al., 2018; GOMES et al., 2021; MORAES et al., 2022), que o exercício realizado em nosso estudo provocou redução significativa da razão P2/P1 e do TTP em valores absolutos e $\Delta\%$, mesmo com o aumento da PAM (Figuras 19, pág. 73; e Figura 20, pág. 74), demonstrando manutenção da autorregulação cerebral estática frente ao esforço provocado pelo exercício (RUESCH et al.,

2021). Tal cenário, já havia sido observado em estudo anterior não publicado de nosso laboratório realizado com atletas de desporto de aventura (ex.: rafting – descida em corredeiras em rios), ao observarmos que aumentos adicionais na PAM, provocados pelo exercício, resultavam em redução na razão P2/P1, ainda que não significativa (TEIXEIRA et al. [dados não publicados]). Ademais, reduções semelhantes na razão P2/P1 foram reportadas por Rickli et al. (2021b) em estudo realizado com pacientes afetados por doença renal terminal. Este, utilizou o mesmo método de avaliação não invasivo da PIC detalhado em nosso estudo. O tratamento desses pacientes envolveu hemodiálise três vezes por semana, durante quatro horas por dia, por seis meses, observando diferença significativa entre as avaliações pré-diálise e pós-diálise ($p < 0,01$) (RICKLI et al., 2021b). Além disso, Brasil et al. (2021b) e Moraes et al. (2022) em estudos realizados com pacientes afetados pelo coronavírus (COVID-19) internados em UTI's, intubados e com administração de medicamentos (não especificados) ou com hemorragia cerebral pós-tratamento, respectivamente, verificaram que o método de avaliação da PIC utilizado por nós e Rickli et al. (2021b) se mostrou eficaz na determinação de estados críticos de saúde. Essas evidências fortalecem os dizeres que defendem o exercício como uma ferramenta não-farmacológica (GOMES; PAGAN; OKOSHI, 2019).

Em continuação, de acordo com literatura que versa sobre o assunto, quando mecanismos compensatórios funcionam adequadamente a proporção entre os picos (ex.: $P1 > P2 > P3$) não se altera, mesmo diante de mudanças de volume e/ou pressão, definindo um cérebro complacente (HARARY; DOLMANS; GORMLEY, 2018; ANDRADE et al., 2021; BRASIL et al., 2021ab; OCAMOTO et al., 2021b). Isso demonstra que o protocolo de exercício utilizado foi capaz de aumentar a CCI de indivíduos ativos e saudáveis, uma vez que os valores da razão P2/P1 não somente permaneceram abaixo do valor limítrofe de normalidade ($< 0,8$) em repouso (KIRKNESS et al., 2000; FAN et al., 2008; CABELLA et al., 2016; VILELA et al., 2016; BALLESTERO et al., 2017), como reduziram durante o exercício.

Tal pressuposto é pautado em pesquisas realizadas anteriormente, ao apontarem que a redução da razão P2/P1 pode ocorrer em função do aumento da PAM dentro da faixa de autorregulação cerebral (efeito provocado pelo exercício físico), que por sua vez é acompanhada de vasoconstrição da vasculatura craniana. Visto que a P1 deriva das modificações das paredes das artérias cerebrais e se correlaciona com a amplitude do pulso em situações de alteração de pressão, tal diminuição acontece primordialmente pelo aumento da P1 (ROSE; MAYER, 2004; HARARY; DOLMANS; GORMLEY, 2018; CZOSNYKA; CZOSNYKA, 2020; RABELO et al., 2021a). Consistente com esses resultados, Verbree et al. (2017) ao investigarem a dinâmica do FSC e do LCR durante o exercício de preensão manual

de intensidade moderada (ex.: 60% da CVM) em jovens saudáveis, verificaram vasoconstrição da MCA durante o exercício em relação ao repouso. Concomitante a esta vasoconstrição há um aumento da velocidade do FSC e diminuição do volume sanguíneo no compartimento craniano, e por consequência aumento da CCI, que pode ser representada pelo deslocamento da curva pressão-volume para a esquerda (ROSE; MAYER, 2004; HARARY; DOLMANS; GORMLEY, 2018; CZOSNYKA; CZOSNYKA, 2020; RABELO et al., 2021a).

Nesse contexto, em relação ao aumento da velocidade do FSC, Fisher et al. (2008) em estudo conduzido com adultos saudáveis submetidos à exercício de intensidade moderada (ex.: 50% da FCR) realizado em cicloergômetro durante 15 minutos, verificaram um aumento da $\Delta\%MCAv$ e redução da $CVCi$. Resultados estes explicados pelo aumento concomitante da $MCAv$ e do $CVRi$ de modo proporcional à intensidade (AINSLIE et al., 2007; OGOH et al., 2007). Quadro que em nosso estudo pôde ser observado através da correlação positiva entre a CT e razão P2/P1, e entre CT e TTP (Tabela 2, pág. 74). Estes resultados corroboram com estudos prévios que analisaram os efeitos de exercícios aeróbios de moderada intensidade realizados de modo contínuo em indivíduos ativos e saudáveis (OGOH et al., 2007; MURELL et al., 2013; STEVENTON et al., 2018; AINSLIE et al., 2007; SCOTT et al., 2019; SMITH et al., 2019; KLEIN et al., 2019; BURMA et al., 2020ab).

Da mesma forma, Tarumi et al. (2021) ao investigarem a dinâmica do FSC e do LCR durante o exercício de preensão manual de intensidade moderada, concluíram que o exercício proposto foi capaz de aumentar a PAM e o $CVRi$ de indivíduos saudáveis, com reduções adicionais no volume sistólico nas artérias cerebrais, das veias e do LCR no aqueduto cerebral. Outros estudos reportaram, por sua vez, que concomitantemente ao aumento da PAM ocorre um aumento da $\Delta\%MCAv$ em relação ao repouso em voluntários saudáveis em normóxia, seguida de redução pós-exercício abaixo dos níveis de repouso (HELLSTROM et al., 1996; TALLON et al., 2019). Sobre isso, Witte et al. (2019) constataram através de um protocolo de exercício realizado em cicloergômetro (ex.: 30–55% da FCR/6 min.) que a amplitude de resposta da $MCAv$ se alterava de acordo com as taxas de trabalho, demonstrando a capacidade de autorregulação do FSC diante de diferentes cargas de treinamento em um mesmo tipo de exercício. Tais alterações no FSC das artérias cerebrais seriam transitórias, retornando ao repouso rápida e uniformemente após a interrupção do exercício (STEVENTON et al., 2018).

Tal cenário foi observado também em estudo realizado por Klein et al. (2019) com jovens e idosos submetidos ao treinamento intervalado com intensidade de 60% $W_{m\acute{a}x}$. Esses autores verificaram que durante o exercício houve um aumento agudo no $MCAv$. Estas alterações eram acompanhadas subsequentemente por reduções abaixo linha de base

imediatamente após o exercício (TALLON et al., 2019). De modo similar, durante o treinamento resistido, Pott et al. (2003) observaram aumento da PAM e MCAv durante uma sessão composta por 3 séries de exercício estático à 100% de 1RM. Diante do exposto, acreditamos que em nosso estudo tais características fisiológicas ocorreram pelo fato do TTP também se mostrar reduzido durante o exercício e correlacionar-se positivamente com a razão P2/P1 (Tabela 2, pág. 74). Segundo estudos prévios, quando o TTP é curto é provável que o pico mais alto seja a primeira onda de pulso da PIC. Ainda nesse contexto, durante a sessão de TS de nosso estudo, o TTP permaneceu $<0,2s$, o que também determina um funcionamento cerebrovascular normal (ANDRADE et al., 2021; GOMES et al., 2021; MORAES et al., 2022).

De modo adicional, Brimiouille et al. (1997) em estudo realizado com pacientes internados em UTI's submetidos à uma intervenção com exercícios fisioterapêuticos de modo passivo, verificaram redução da PIC média em 1 mmHg naqueles com PIC normal (<15 mmHg), e em 2 mmHg em pacientes com PIC elevada (>15 mmHg), com aumento adicional de 7 mmHg na PPC. Estas alterações, também foram observadas por Roth et al. (2012) em pacientes com doenças cerebrais agudas, entretanto, sem alterações significantes na PPC e PAM. Este fato corrobora com nossos achados, diante da forte relação entre o método de avaliação da PIC utilizado (Brain4care[®] modelo Research 1.5) e métodos invasivos, como demonstra a literatura (VILELA et al., 2016; FRIGIERI et al., 2018; GOMES et al., 2021; MORAES et al., 2022).

No entanto, em outros estudos tais alterações não foram verificadas. Thelandersson et al. (2016) em estudo recente realizado com indivíduos com lesões cerebrais graves ou acidente vascular cerebral, ao investigarem o efeito agudo de exercícios aeróbios realizados em cicloergômetro de cama com intensidade de vinte rotações/min., durante vinte minutos, verificaram que a PIC não sofreu alterações, ainda que a PAM estivesse significativamente elevada. Resultados semelhantes foram observados em outras pesquisas que avaliaram os efeitos do exercício em pacientes com hipertensão intracraniana idiopática e pacientes internados em UTI's com drenos ventriculares externos em virtude de complicações cerebrovasculares (KOCH et al., 1996; BOLLO et al., 2010; ZINK et al., 2021). Por outro lado, Haykowsky et al. (2003) em pesquisa realizada com pacientes clinicamente estáveis após neurocirurgias verificaram que o exercício resistido (ex.: rosca bíceps até a exaustão) realizado com manobra de valsalva provocou aumento significativo na PIC além de reduzir a pressão transmural cerebrovascular sem alterações na PAM. De fato, os resultados supracitados realizadas indicam que as variáveis do treinamento (ex: intensidade, volume, modalidade) podem alterar direta ou indiretamente a PIC.

Assim, coletivamente nossa maior contribuição para a comunidade científica foi demonstrar que aumentos da PAM em resposta ao esforço gerado pelo TS não resultaram em aumentos na razão P2/P1 e no TTP, ao contrário, reduziram. Sendo assim, até aqui sabe-se que a realização de exercícios físicos característicos do TS, dentro da faixa de autorregulação cerebral, não causam alterações anormais na PIC ou na CCI. Fato relevante, em virtude do sedentarismo estar intimamente relacionado ao aumento da PIC e diminuição da CCI em indivíduos sem desordens cerebrais (OCAMOTO et al., 2021a), como também pelo fato do TS estar cada vez mais em evidência e popularizado entre os praticantes de exercício físico (DUDGEON et al., 2015; SMITH et al., 2016).

Finalmente, algumas limitações devem ser consideradas ao interpretar os resultados desta pesquisa. Primeiro, o sensor (extensômetro mecânico de resistência elétrica - strain gauge) é muito sensível, portanto, influenciável por artefatos relacionados ao movimento, característica que impediu a análise da morfologia da onda de pulso da PIC durante o exercício. O conhecimento desses dados permitiria compreender melhor o funcionamento da PIC. Segundo, optamos por enfatizar o protocolo de exercício em apenas um grupo muscular e em uma única posição anatômica. Talvez a adição de exercícios que envolvessem outros segmentos corporais (ex.: braços, peitoral, tronco, etc.) e/ou em diferentes inclinações, trariam resultados mais robustos sobre os efeitos do TS sobre a PIC. Terceiro, a análise cinética dos efeitos agudos após a intervenção se mostrou limitada, visto que não foi possível observar o retorno da FC, da razão P2/P1 e da [Lac] aos valores de repouso. Indubitavelmente, avaliar tais variáveis por 30 minutos, 1 hora e/ou 24 horas possibilitaria uma melhor visualização de suas alterações, visto que tais períodos de tempo também se caracterizam como momentos imediatamente pós-exercício.

Apesar do exposto, este estudo também fornece alguns fatores práticos que devem ser considerados: (a) a FS apresenta configuração simples, é ajustável, ocupa pouco espaço e permite uma ampla gama de possibilidades de exercício físico; (b) a FS pode ser utilizada em ambientes hospitalares, centros de reabilitação, residências e academias; e (c) o TS de moderada intensidade pode provocar alterações hemodinâmicas, cerebrovasculares e metabólicas favoráveis ao desempenho, mas principalmente para a saúde de seus adeptos. Por fim, ressaltamos que em virtude da amostra ser composta por indivíduos ativos e saudáveis, deve-se ter cautela ao extrapolar esses resultados a outras populações, assim como extrair resultados fora do real contexto desta pesquisa.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A sessão de TS composto por exercício de agachamento realizado com auxílio da FS, caracterizada pela CT, %VO₂pico e %FCmáx como exercício de intensidade moderada, foi capaz de aumentar a FC, PA, [Lac] e o GE e reduzir a SpO₂ em indivíduos ativos e saudáveis, de modo proporcional a CT. Adicionalmente, este protocolo também modificou a morfologia da onda de pulso da PIC reduzindo a razão P2/P1, em função do aumento da P1, e o TTP, que somada a correlação significativa negativa com a PAM, indicaram aumento da CCI e manutenção da autorregulação cerebral estática diante dos efeitos provocados pelo exercício. Fato relevante, em virtude desses serem mecanismos importantes para a manutenção do FSC estável. Todos esses resultados confirmam as hipóteses levantadas na elaboração desta pesquisa que versam sobre as adaptações cerebrovasculares induzidas pelo exercício.

Finalmente, incentivamos que novos estudos sejam realizados para melhor esclarecer a relação entre as adaptações cerebrovasculares e as variáveis do treinamento físico, seja em indivíduos ativos e saudáveis, como neste estudo, e/ou acometidos por doenças. Tais pesquisas devem se debruçar sobre métodos de treinamento amplamente utilizados para controle das variáveis hemodinâmicas, pesquisando os efeitos de diferentes intensidades e volumes, afim de identificar aqueles mais significativos para a melhora/manutenção da saúde.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABAD, César Cavinato Cal et al. Efeito do exercício aeróbico e resistido no controle autonômico e nas variáveis hemodinâmicas de jovens saudáveis. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**, v. 24, n. 4, p. 535-544, 2010.

ABBARIKI, Faezeh et al. Influence of high-intensity interval training to exhaustion on the directional sensitivity of the cerebral pressure-flow relationship in young endurance-trained men. **Physiological Reports**, v. 10, n. 13, p. e15384, 2022.

AGUILERA-CASTELLS, Joan et al. Muscle activity of Bulgarian squat. Effects of additional vibration, suspension and unstable surface. **PloS One**, v. 14, n. 8, p. e0221710, 2019.

AINSLIE, Philip N. et al. Alterations in cerebral autoregulation and cerebral blood flow velocity during acute hypoxia: rest and exercise. **American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology**, v. 292, n. 2, p. H976-H983, 2007.

ALIASGHARZADEH, Soghra et al. Comparison of indirect calorimetry and predictive equations in estimating resting metabolic rate in underweight females. **Iranian journal of public health**, v. 44, n. 6, p. 822-829, 2015.

ALPERIN, Noam J. et al. MR-Intracranial pressure (ICP): a method to measure intracranial elastance and pressure noninvasively by means of MR imaging: baboon and human study. **Radiology**, v. 217, n. 3, p. 877-885, 2000.

ANICETO, Rodrigo Ramalho et al. Efeitos agudos de diferentes métodos de treinamento com pesos sobre o gasto energético em homens treinados. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 19, p. 181-185, 2013.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. A quantidade e o tipo recomendados de exercícios para o desenvolvimento e a manutenção da aptidão cardiorrespiratória e muscular em adultos saudáveis. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 4, n. 3, p. 96-106, 1998.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. **Manual do ACSM para avaliação da aptidão física relacionada à saúde**. 1. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2006. 192p.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. **Manual do ACSM para avaliação da aptidão física relacionada à saúde**. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2011. 192p.

AMINAEI, Mohsen; SHAMSI, Elham Hasani; NIKOEI, Rohullah. The impact of eight weeks of calcium intake and vitamin D along with TRX exercise on body composition and lipid profiles of overweight women. **Obesity Medicine**, v. 19, n. 2020, p. 100249-100255, 2020.

ANDRADE, Rodrigo Aparecido de et al. A nanometer resolution wearable wireless medical device for non invasive intracranial pressure monitoring. **IEEE Sensors Journal**, v. 21, n. 20, p. 22270-22284, 2021.

ANGLERI, Vitor et al. Suspension training: a new approach to improve muscle strength, mass, and functional performances in older adults? **Frontiers in Physiology**, v. 10, n.1, p. 1576-1580, 2020.

ANUNCIACÃO, Paulo G. et al. Cardiovascular behavior after resistance exercise performed in different work ways and volume. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 18, n. 2, p. 117-121, 2012.

ARAZI, Hamid; GHIASI, Ahmad; ASGHARPOOR, Sepideh. E A comparative study of cardiovascular responses to two rest intervals between circuit resistance exercises in normotensive women. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 19, n. 3, p. 176-180, 2013.

ARAZI, Hamid; MALAKOUTINIA, Fatemeh; IZADI, Mani. Effects of eight weeks of TRX versus traditional resistance training on physical fitness factors and extremities perimeter of non-athlete underweight females. **Physical Activity Review**, v. 6, n. 1, p. 73-80, 2018.

ARCHER, Shirley. Creating a Global Training Brand and a “Living” Product. *American Fitness*, Phoenix, ano 38, n. 3, p. 35-41, 1 jul. 2020. Disponível em: <https://f.hubspotusercontent30.net/hubfs/2494739/AFM%20Final%20PDF_sm-1.pdf>. Acesso em: 29 abr. 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA PARA O ESTUDO DA OBESIDADE E DA SÍNDROME METABÓLICA. Diretrizes Brasileiras de Obesidade 2016. 4 ed. São Paulo: ABESO – Associação Brasileira Para O Estudo Da Obesidade E Da Síndrome Metabólica; 2016. 188p.

BALLESTERO, Matheus Fernando Manzolli et al. Prediction of intracranial hypertension through noninvasive intracranial pressure waveform analysis in pediatric hydrocephalus. **Child's Nervous System**, v. 33, n. 9, p. 1517-1524, 2017.

BALLESTERO, Matheus Fernando Manzolli. **Avaliação não invasiva da pressão intracraniana em indivíduos acometidos por traumatismo cranioencefálico grave**. 2021. 112p. Tese de Doutorado. Apresentada a Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.

BALZER, Edimara Rafaelli et al. Avaliação preliminar da relação entre pressão arterial e pressão intracraniana em pacientes de diferentes estágios da doença renal crônica. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 8, p. e39511831150-e39511831150, 2022.

BARBOSA- NETTO, S.; SANTOS, L. M.; ALMEIDA, M. B. Efeitos da intensidade do exercício de força sobre a cinética da frequência cardíaca. **Revista Brasileira Ciência e Movimento**, v. 23, n. 1, p. 88-94, 2015.

BARTUSIS, Laimonas et al. Ophthalmic artery as a sensor for non-invasive intracranial pressure measurement electronic system. **Elektronika ir elektrotechnika**, v. 122, n. 6, p. 45-48, 2012.

BENI, Mohsen Akbarpour; MALEKI, Ghasem; SAMARI, Zahra. Comparison the effect of TRX and traditional resistance training on responses some indices of muscle damage of soccer player. **Journal of Exercise & Organ Cross Talk**, v. 1, n. 2, p. 77-85, 2021.

BETTENDORF, B. TRX suspension training bodyweight exercises: scientific foundations and practical applications. **San Francisco: Fitness Anywhere Inc**, 2010.

BOLLO, Robert J. et al. When the air hits your brain: cerebral autoregulation of brain oxygenation during aerobic exercise allows transient hyperoxygenation: case report. **Neurosurgery**, v. 67, n. 2, p. 502-509, 2010.

- BONAFÉ, Cíntia; SOARES, Ben Hur; PASQUALOTTI, Adriano. Comparativo da frequência cardíaca e percepção subjetiva de esforço durante o treinamento funcional. **RBPFEEX-Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício**, v. 15, n. 96, p. 245-251, 2021.
- BOOTH, Frank W.; ROBERTS, Christian K.; LAYE, Matthew J. Lack of exercise is a major cause of chronic diseases. **Comprehensive physiology**, v. 2, n. 2, p. 1143-1211, 2012.
- BORG, Gunnar A. V.; NOBLE, Bruce J. Perceived exertion. **Exercise and sport sciences reviews**, v. 2, n. 1, p. 131-154, 1974.
- BORREANI, Sebastien et al. Muscle activation during push-ups performed under stable and unstable conditions. **Journal of Exercise Science & Fitness**, v. 13, n. 2, p. 94-98, 2015.
- BRASIL, Sérgio et al. A novel noninvasive technique for intracranial pressure waveform monitoring in critical care. **Journal of Personalized Medicine**, v. 11, n. 12, p. 1302-1316, 2021a.
- BRASIL, Sérgio et al. Cerebral hemodynamics and intracranial compliance impairment in critically ill COVID-19 patients: a pilot study. **Brain Sciences**, v. 11, n. 7, p. 874-886, 2021b.
- BRASIL, Sérgio et al. Intracranial compliance assessed by intracranial pressure pulse waveform. **Brain Sciences**, v. 11, n. 8, p. 971-982, 2021c.
- BRASSARD, Patrice et al. Losing the dogmatic view of cerebral autoregulation. **Physiological reports**, v. 9, n. 15, p. e14982, 2021.
- BRIMIOULLE, Serge et al. Effects of positioning and exercise on intracranial pressure in a neurosurgical intensive care unit. **Physical therapy**, v. 77, n. 12, p. 1682-1689, 1997.
- BRUCE, R. A. et al. Exercising testing in adult normal subjects and cardiac patients. **Pediatrics**, v. 32, n. 4, p. 742-756, 1963.
- BUCHHEIT, Martin; LAURSEN, Paul B. High-intensity interval training, solutions to the programming puzzle. **Sports medicine**, v. 43, n. 5, p. 313-338, 2013.
- BULL, Fiona C. et al. World Health Organization 2020 guidelines on physical activity and sedentary behaviour. **British journal of sports medicine**, v. 54, n. 24, p. 1451-1462, 2020.
- BURMA, Joel S. et al. Comparison of cerebrovascular reactivity recovery following high-intensity interval training and moderate-intensity continuous training. **Physiological Reports**, v. 8, n. 11, p. e14467, 2020.
- BURMA, Joel S. et al. Dynamic cerebral autoregulation across the cardiac cycle during 8 hr of recovery from acute exercise. **Physiological Reports**, v. 8, n. 5, p. e14367, 2020.
- BYRNE, Jeannette M. et al. Effect of using a suspension training system on muscle activation during the performance of a front plank exercise. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 28, n. 11, p. 3049-3055, 2014.
- CABELLA, Brenno et al. Validation of a new noninvasive intracranial pressure monitoring method by direct comparison with an invasive technique. In: **Intracranial Pressure and Brain Monitoring XV**. ANG, Christopher Beng-Ti (Ed.). Londres: Springer, Cham, 2016. p. 93-96.

- CAMPA, Francesco et al. Effects of a 12-week suspension versus traditional resistance training program on body composition, bioimpedance vector patterns, and handgrip strength in older men: a randomized controlled trial. **Nutrients**, v. 13, n. 7, p. 2267, 2021.
- CARDIM, Danilo Augusto et al. Characterization of ICP behavior in an experimental model of hemorrhagic stroke in rats. In: **Intracranial Pressure and Brain Monitoring XV**. ANG, Christopher Beng-Ti (Ed.). Londres: Springer, Cham, 2016a. p. 121-124.
- CARDIM, Danilo Augusto et al. Characterization of intracranial pressure behavior in chronic epileptic animals: A preliminary study. In: **Intracranial Pressure and Brain Monitoring XV**. ANG, Christopher Beng-Ti (Ed.). Londres: Springer, Cham, 2016b. p. 329-333.
- CARDOSO, Erico R.; ROWAN, Jack O.; GALBRAITH, Sam. Analysis of the cerebrospinal fluid pulse wave in intracranial pressure. **Journal of neurosurgery**, v. 59, n. 5, p. 817-821, 1983.
- CARLOTTI JR, Carlos G.; COLLI, Benedicto O.; DIAS, Luiz AA. Hipertensão intracraniana. **Medicina (Ribeirão Preto)**, v. 31, n. 4, p. 552-562, 1998.
- CARNEY, Nancy et al. Guidelines for the management of severe traumatic brain injury. **Neurosurgery**, v. 80, n. 1, p. 6-15, 2017.
- CARPIO-RIVERA, Elizabeth et al. Acute effects of exercise on blood pressure: a meta-analytic investigation. **Arquivos brasileiros de cardiologia**, v. 106, p. 422-433, 2016.
- CÉSAR, Marcelo de Castro; BORIN, João Paulo; PELLEGRINOTTI, Idico Luiz. **Educação Física e Treinamento Físico**. In: MARCO, Ademir (Org). Educação Física: Cultura e sociedade. 5. ed. Campinas: Papyrus. 2011. 192p. 25-46.
- CHATEL, Benjamin et al. Lactate recovery kinetics in response to high-intensity exercises. **European journal of applied physiology**, v. 116, n. 8, p. 1455-1465, 2016.
- CLAASSEN, Jurgen AHR et al. Regulation of cerebral blood flow in humans: physiology and clinical implications of autoregulation. **Physiological reviews**, v. 101, n. 4, p. 1487-1559, 2021.
- COELHO, Vanessa Gregorin et al. Perfil lipídico e fatores de risco para doenças cardiovasculares em estudantes de medicina. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 85, p. 57-62, 2005.
- COOPER, D. James et al. Decompressive craniectomy in diffuse traumatic brain injury. **New England Journal of Medicine**, v. 364, n. 16, p. 1493-1502, 2011.
- CORNELISSEN, Veronique A.; SMART, Neil A. Exercise training for blood pressure: a systematic review and meta-analysis. **Journal of the American heart association**, v. 2, n. 1, p. e004473, 2013.
- COSTA, Jean Lucas Fernandes da et al. Dietary Intervention Associated With Moderate-Intensity Continuous Training Leads to Changes in the Inflammatory Profile in Visceral Adipose Tissue but Not in Skeletal Muscle in Diet-Induced Obese Rats. **Frontiers in Physiology**, v. 370, n. 1, p. 1-10, 2022.

- CZIGLER, Andras et al. Usability of Noninvasive Counterparts of Traditional Autoregulation Indices in Traumatic Brain Injury. In: **Intracranial Pressure and Neuromonitoring XVII**. DEPREITERE, Bart; MEYFROIDT, Geert; GÜIZA, Fabian (Ed.). Londres: Springer, Cham, 2021. p. 163-166.
- CZOSNYKA, Marek et al. Monitoring and interpretation of intracranial pressure after head injury. In: **Brain Edema XIII**. HOFF, Julian T.; KEEP, Richard F.; XI, Guohua; HUA, Ya (Ed.). Londres: Springer, Vienna, 2006. p. 114-118.
- CZOSNYKA, Marek; CZOSNYKA, Zofia. Origin of intracranial pressure pulse waveform. **Acta Neurochirurgica**, v. 162, n. 8, p. 1815-1817, 2020.
- CZOSNYKA, Marek; PICKARD, John D. Monitoring and interpretation of intracranial pressure. **Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry**, v. 75, n. 6, p. 813-821, 2004.
- CZOSNYKA, Z. et al. Pulse amplitude of intracranial pressure waveform in hydrocephalus. In: **Acta Neurochirurgica Supplements**. STEIGER, Hans-Jacob. (Ed.). Londres: Springer, Vienna, 2008. p. 137-140.
- CZOSNYKA, Zofia H. et al. Lower Breakpoint of Intracranial Amplitude-Pressure Relationship in Normal Pressure Hydrocephalus. In: **Intracranial Pressure and Neuromonitoring XVII**. DEPREITERE, Bart; MEYFROIDT, Geert; GÜIZA, Fabian (Ed.). Londres: Springer, Cham, 2021. p. 307-309.
- DANTAS, Renata Aparecida Elias et al. Analysis of lactate in aerobic and resistant exercise. **Coleção Pesquisa em Educação Física**, v. 17, n. 2, p. 27-34, 2018.
- DAWES, Jay. **Complete guide to TRX suspension training**. 1. ed. United States of American: Human Kinetics, 2017, 213p.
- DHAESE, Thomas Markus et al. Non-invasive intracranial pressure monitoring in idiopathic intracranial hypertension and lumbar puncture in pediatric patient: Case report. **Surgical Neurology International**, v. 12, n. 1, p. 1-10, 2021.
- DI PRAMPERO, Pietro Enrico; FERRETTI, Guido. The energetics of anaerobic muscle metabolism: a reappraisal of older and recent concepts. **Respiration Physiology**, v. 118, n. 2, p. 103-115, 1999.
- DIAS, Celeste et al. Plateau waves of intracranial pressure and multimodal brain monitoring. In: **Intracranial Pressure and Brain Monitoring XV**. ANG, Christopher Beng-Ti (Ed.). Londres: Springer, Cham, 2016. p. 143-146.
- DICKERMAN, R. D. et al. Middle cerebral artery blood flow velocity in elite power athletes during maximal weight-lifting. **Neurological research**, v. 22, n. 4, p. 337-340, 2000.
- DOLATI, Mahya; GHAZALIAN, Farshad; ABEDNATANZI, Hossein. The effect of a period of TRX training on lipid profile and body composition in overweight women. **International Journal of Sports Science**, v. 7, n. 3, p. 151-158, 2017.
- DORNELES, Gilson Pires et al. Comparação das respostas de frequência cardíaca e concentrações de lactato entre dois métodos de treinamento de musculação. **Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício (RBPFE)**, v. 6, n. 34, p. 379 – 387, 2012.

DOS SANTOS RODRIGUES, Carla Nascimento et al. Acute metabolic and inflammatory responses in active men undergoing postural corrective training. **Revista Brasileira de Fisiologia do Exercício**, v. 20, n. 3, p. 367-377, 2021.

DRAPEAU, Audrey et al. Six weeks of high-intensity interval training to exhaustion attenuates dynamic cerebral autoregulation without influencing resting cerebral blood velocity in young fit men. **Physiological Reports**, v. 7, n. 15, p. e14185, 2019.

DUDGEON, Wesley D. et al. Physiologic and metabolic effects of a suspension training workout. **International Journal of Sports Science**, v. 5, n. 2, p. 65-72, 2015.

ENGEL, Florian A. et al. Can high-intensity functional suspension training over eight weeks improve resting blood pressure and quality of life in young adults? A randomized controlled trial. **International journal of environmental research and public health**, v. 16, n. 24, p. 5062-5074, 2019.

ESKIYECEK, Canan Gülbin et al. The Effect of Upper Extremity TRX Training on The Number of Strokes and Swimming Degrees in 10-12 Year Swimmers. **International Journal of Applied Exercise Physiology**, v. 9, n. 6, p. 39-48, 2020.

ESPÍRITO-SANTO, Helena; DANIEL, Fernanda. Calcular e apresentar tamanhos do efeito em trabalhos científicos (1): as limitações do $P < 0,05$ na análise de diferenças de médias de dois grupos (Calculating and Reporting Effect Sizes on Scientific Papers (1): $P < 0.05$ Limitations in the Analysis of Mean Differences of Two Groups). **Revista Portuguesa de Investigação Comportamental e Social**, v. 1, n. 1, p. 3-16, 2017.

EVANGELISTA, Alexandre Lopes et al. GASTO ENERGÉTICO NO HIIT COM PESO DO CORPO ASSOCIADO À ELETROMIOESTIMULAÇÃO. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 27, N. 6, p. 568-572, 2021.

FAN, Jun-Yu et al. Intracranial pressure waveform morphology and intracranial adaptive capacity. **American Journal of critical care**, v. 17, n. 6, p. 545-554, 2008.

FISHER, James P. et al. Regulation of middle cerebral artery blood velocity during dynamic exercise in humans: influence of aging. **Journal of applied physiology**, v. 105, n. 1, p. 266-273, 2008.

FLECK, Steven J.; KRAEMER, William J. **Fundamentos do treinamento de força muscular**. Rio de Janeiro: Artmed Editora, 2017. 445p.

FOGELHOLM, Mikael; STALLKNECHT, Bente; VAN BAAK, Marleen. European College of Sport Science position statement: Exercise and obesity. **European Journal of Sport Science**, v. 6, n. 1, p. 15-24, 2006.

FOLCHINI, Caroline Mensor et al. From disease to noninvasive intracranial monitoring. **Arquivos de Neuro-Psiquiatria**, v. 80, n. 5, p. 539-542, 2022.

FONG, Shirley SM et al. Core muscle activity during TRX suspension exercises with and without kinesiology taping in adults with chronic low back pain: implications for rehabilitation. **Evidence-based complementary and alternative medicine**, v. 1, n. 1, p. 1-7, 2015.

FRANK, A. M. et al. Non-invasive measurement of intracranial pressure changes by otoacoustic emissions (OAEs)-a report of preliminary data. **Zentralblatt für Neurochirurgie**, v. 61, n. 4, p. 177-180, 2000.

FRIEDENREICH, Christine M.; RYDER-BURBIDGE, Charlotte; MCNEIL, Jessica. Physical activity, obesity and sedentary behavior in cancer etiology: epidemiologic evidence and biologic mechanisms. **Molecular Oncology**, v. 15, n. 3, p. 790-800, 2021.

FRIEDEWALD, William T.; LEVY, Robert I.; FREDRICKSON, Donald S. Estimation of the concentration of low-density lipoprotein cholesterol in plasma, without use of the preparative ultracentrifuge. **Clinical chemistry**, v. 18, n. 6, p. 499-502, 1972.

FRIGIERI, G. et al. Analysis of a non-invasive intracranial pressure monitoring method in patients with traumatic brain injury. In: **Intracranial Pressure & Neuromonitoring XVI**. HELDT, Thomas (Ed.). Londres: Springer, Cham, 2018. p. 107-110.

GAEDTKE, Angus; MORAT, Tobias. Effects of two 12-week strengthening programmes on functional mobility, strength and balance of older adults: Comparison between TRX suspension training versus an elastic band resistance training. **Central European Journal of Sport Sciences and Medicine**, v. 13, n. 1, p. 49-64, 2016.

GARBER, Carol Ewing et al. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 43, n. 7, p. 1334-1359, 2011.

GARRETT, Zachary K.; PEARSON, James; SUBUDHI, Andrew W. Postural effects on cerebral blood flow and autoregulation. **Physiological Reports**, v. 5, n. 4, p. e13150, 2017.

GEERAERTS, Thomas et al. Ultrasonography of the optic nerve sheath may be useful for detecting raised intracranial pressure after severe brain injury. **Intensive Care Medicine**, v. 33, n. 10, p. 1704-1711, 2007.

GIANCOTTI, Giuseppe Francesco et al. Short-term effects of suspension training on strength and power performances. **Journal of Functional Morphology and Kinesiology**, v. 3, n. 4, p. 51-59, 2018.

GIBBONS, Travis D. et al. Influence of the mode of heating on cerebral blood flow, non-invasive intracranial pressure and thermal tolerance in humans. **The Journal of Physiology**, v. 599, n. 7, p. 1977-1996, 2021.

GIL, Saulo et al. Efeito da ordem dos exercícios no número de repetições e na percepção subjetiva de esforço em homens treinados em força. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**, v.25, n.1, p.127-135, 2011.

GIUGNO, Katia M. et al. Tratamento da hipertensão intracraniana. **Jornal de Pediatria**, v. 79, n. 4, p. 287-296, 2003.

GODOY, Daniel Agustín et al. Hyperventilation therapy for control of posttraumatic intracranial hypertension. **Frontiers in neurology**, v. 8, p. 250, 2017.

- GOMES, Inês et al. Comparison of waveforms between noninvasive and invasive monitoring of intracranial pressure. In: **Intracranial Pressure and Neuromonitoring XVII**. DEPREITERE, Bart; MEYFROIDT, Geert; GÜIZA, Fabian (Ed.). Londres: Springer, Cham, 2021. p. 135-140.
- GOMES, Mariana Janini; PAGAN, Luana Urbano; OKOSHI, Marina Politi. Tratamento Não Medicamentoso das Doenças Cardiovasculares: importância do exercício físico. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 113, n. 1, p. 9-10, 2019.
- GREEN, Daniel J.; SMITH, Kurt J. Effects of exercise on vascular function, structure, and health in humans. **Cold Spring Harbor perspectives in medicine**, v. 8, n. 4, p. a029819, 2018.
- GUIMARÃES, Guilherme Veiga et al. Exercício e insuficiência cardíaca. Estudo da relação da gravidade da doença com o limiar anaeróbio e o ponto de compensação respiratório. **Arquivos Brasileiro de Cardiologia**, v. 73, n. 4, p. 339-48, 1999.
- GULMEZ, Irfan. Effects of angle variations in suspension push-up exercise. **Journal of strength and conditioning research**, v. 31, n. 4, p. 1017-1023, 2017.
- GUYTON, Arthur C., HALL, John E. **Tratado de Fisiologia Médica**. 13ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2017. 1176p.
- HADGRAFT, Nyssa T. et al. Effects of sedentary behaviour interventions on biomarkers of cardiometabolic risk in adults: systematic review with meta-analyses. **British Journal of Sports Medicine**, v. 55, n. 3, p. 144-154, 2021.
- HANLO, P. W. et al. Monitoring intracranial dynamics by transcranial Doppler—a new Doppler index: trans systolic time. **Ultrasound in medicine & biology**, v. 21, n. 5, p. 613-621, 1995.
- HARARY, Maya; DOLMANS, Rianne GF; GORMLEY, William B. Intracranial pressure monitoring—review and avenues for development. **Sensors**, v. 18, n. 2, p. 465, 2018.
- HARRIS, Sean et al. Muscle activation patterns during suspension training exercises. **International journal of sports physical therapy**, v. 12, n. 1, p. 42-52, 2017.
- HAWLEY, John A. et al. Integrative biology of exercise. **Cell**, v. 159, n. 4, p. 738-749, 2014.
- HAWTHORNE, Christopher; PIPER, Ian. Monitoring of intracranial pressure in patients with traumatic brain injury. **Frontiers in neurology**, v. 5, p. 121, 2014.
- HAYKOWSKY, Mark J. et al. Resistance exercise, the Valsalva maneuver, and cerebrovascular transmural pressure. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 35, n. 1, p. 65-68, 2003.
- HELLSTROM, G. et al. Carotid artery blood flow and middle cerebral artery blood flow velocity during physical exercise. **Journal of Applied Physiology**, v. 81, n. 1, p. 413-418, 1996.
- HERDY, Artur Haddad; CAIXETA, Ananda. Classificação nacional da capacidade cardiorrespiratória pelo consumo de oxigênio. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 106, p. 389-395, 2016.

HSU, Kuo-Jen et al. Effects of exercise and nutritional intervention on body composition, metabolic health, and physical performance in adults with sarcopenic obesity: a meta-analysis. **Nutrients**, v. 11, n. 9, p. 2163-2177, 2019.

HUANG, Dong-Dong et al. Effect of suspension training on neuromuscular function, postural control, and knee kinematics in anterior cruciate ligament reconstruction patients. **World Journal of Clinical Cases**, v. 9, n. 10, p. 2247, 2021.

JACKSON, Andrew S.; POLLOCK, Michael L. Generalized equations for predicting body density of men. **British journal of nutrition**, v. 40, n. 3, p. 497-504, 1978.

JACKSON, Andrew S.; POLLOCK, Michael L.; WARD, A. N. N. Generalized equations for predicting body density of women. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 12, n. 3, p. 175-181, 1980.

JAKICIC, John M.; DAVIS, Kelliann K. Obesity and physical activity. **Psychiatric Clinics**, v. 34, n. 4, p. 829-840, 2011.

JENSEN, Michael D. et al. 2013 AHA/ACC/TOS guideline for the management of overweight and obesity in adults: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines and The Obesity Society. **Journal of the American college of cardiology**, v. 63, n. 25, p. 2985-3023, 2014.

JEONG, Sung-Moon et al. Dynamic cerebral autoregulation after bed rest: effects of volume loading and exercise countermeasures. **Journal of Applied Physiology**, v. 116, n. 1, p. 24-31, 2014.

JIMÉNEZ-GARCÍA, Jose Daniel et al. Suspension training HIIT improves gait speed, strength and quality of life in older adults. **International Journal of Sports Medicine**, v. 40, n. 2, p. 116-124, 2019.

LILJA-CYRON, Alexander et al. Optimal Cerebral Perfusion Pressure Based on Intracranial Pressure-Derived Indices of Cerebrovascular Reactivity: Which One Is Better for Outcome Prediction in Moderate/Severe Traumatic Brain Injury?. In: **Intracranial Pressure and Neuromonitoring XVII**. DEPREITERE, Bart; MEYFROIDT, Geert; GÜIZA, Fabian (Ed.). Londres: Springer, Cham, 2021. p. 173-179.

KAHN, C. Ronald; WANG, Guoxiao; LEE, Kevin Y. Altered adipose tissue and adipocyte function in the pathogenesis of metabolic syndrome. **The Journal of Clinical Investigation**, v. 129, n. 10, p. 3990-4000, 2019.

KASPROWICZ, Magdalena et al. Association between ICP pulse waveform morphology and ICP B waves. In: **Intracranial Pressure and Brain Monitoring XIV**. Londres: Springer, Vienna, 2012. p.29-34.

KASPROWICZ, Magdalena et al. Intracranial pressure, its components and cerebrospinal fluid pressure–volume compensation. **Acta Neurologica Scandinavica**, v. 134, n. 3, p. 168-180, 2015.

KAWAI, Tatsuo; AUTIERI, Michael V.; SCALIA, Rosario. Adipose tissue inflammation and metabolic dysfunction in obesity. **American Journal of Physiology-Cell Physiology**, v. 320, n. 3, p. 375-391, 2021.

KIRKNESS, Catherine J. et al. Intracranial pressure waveform analysis: clinical and research implications. **Journal of neuroscience nursing**, v. 32, n. 5, p. 271-277, 2000.

KLEIN, Timo et al. Cerebral blood flow during interval and continuous exercise in young and old men. **Med Sci Sports Exerc**, v. 51, n. 7, p. 1523-31, 2019.

KOCH, Stephen M. et al. Effect of passive range of motion on intracranial pressure in neurosurgical patients. **Journal of critical care**, v. 11, n. 4, p. 176-179, 1996.

KOIZUMI, Maria Sumie. Monitorização da pressão intracraniana. **Revista da Escola de Enfermagem da USP**, v. 15, p. 147-154, 1981.

KOKKINOS, Peter et al. New generalized equation for predicting maximal oxygen uptake (from the Fitness Registry and the Importance of Exercise National Database). **The American journal of cardiology**, v. 120, n. 4, p. 688-692, 2017.

KRAEMER, William J.; RATAMESS, Nicholas A. Fundamentals of resistance training: progression and exercise prescription. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 36, n. 4, p. 674-688, 2004.

KUMAR, A. Sampath et al. Exercise and insulin resistance in type 2 diabetes mellitus: A systematic review and meta-analysis. **Annals of physical and rehabilitation medicine**, v. 62, n. 2, p. 98-103, 2019.

KUNZ, Alexander; IADECOLA, Costantino. Cerebral vascular dysregulation in the ischemic brain. **Handbook of clinical neurology**, v. 92, p. 283-305, 2008.

LAKE, Sonja L. et al. Aerobic exercise training in older men and women—Cerebrovascular responses to submaximal exercise: Results from the Brain in Motion study. **Physiological Reports**, v. 10, n. 4, p. e15158, 2022.

LANCASTER, Graeme I.; FEBBRAIO, Mark A. The immunomodulating role of exercise in metabolic disease. **Trends in immunology**, v. 35, n. 6, p. 262-269, 2014.

LASSEN, Niels A. Cerebral blood flow and oxygen consumption in man. **Physiological reviews**, v. 39, n. 2, p. 183-238, 1959.

LEE, I.-Min et al. Effect of physical inactivity on major non-communicable diseases worldwide: an analysis of burden of disease and life expectancy. **The Lancet**, v. 380, n. 9838, p. 219-229, 2012.

LEE, Yong-Kuk; CHO, Su-Youn; ROH, Hee-Tae. Effects of 16 weeks of taekwondo training on the cerebral blood flow velocity, circulating neurotransmitters, and subjective well-being of obese postmenopausal women. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 18, n. 20, p. 10789, 2021.

LONGO, Michele et al. Adipose tissue dysfunction as determinant of obesity-associated metabolic complications. **International journal of molecular sciences**, v. 20, n. 9, S.2358, p. 1-23, 2019.

- LÓPEZ-MORANCHEL, Ignacio et al. Theoretical Aspects for Calculating the Mobilized Load during Suspension Training through a Mobile Application. **Applied Sciences**, v. 11, n. 1, p. 242-251, 2020.
- LOZIER, Alan P. et al. Ventriculostomy-related infections: a critical review of the literature. **Neurosurgery**, v. 51, n. 1, p. 170-182, 2002.
- LUNDBERG, Nils. Continuous recording and control of ventricular fluid pressure in neurosurgical practice. **Acta Psychiatr Neurol Scand**, v. 36, p. 1-193, 1960.
- MA, Xiujie et al. The improvement of suspension training for trunk muscle power in Sanda athletes. **Journal of Exercise Science & Fitness**, v. 15, n. 2, p. 81-88, 2017.
- MAGOSSO, Rodrigo Ferro et al. A Review of Ergogenesis and Effect of Training Variables on Energy Expenditure in Resistance Training Exercises. **Journal of Exercise Physiology Online**, v. 20, n. 2, p. 99-110, 2017.
- MAGOSSO, Rodrigo Ferro et al. Energy expenditure during multiple sets of leg press and bench press. **Journal of Exercise Physiology Online**, v. 16, n. 5, p. 57-63, 2013.
- MALLMANN, André Luiz Silveira et al. Effects of TRX Suspensions Training on functionality, body pain and static posture of an elderly woman: a case report. **Journal of Health Sciences**, v. 21, n. 1, p. 8-14, 2019.
- MARGARIA, Rodolfo; EDWARDS, H. T.; DILL, David Bruce. The possible mechanisms of contracting and paying the oxygen debt and the role of lactic acid in muscular contraction. **American Journal of Physiology--Legacy Content**, v. 106, n. 3, p. 689-715, 1933.
- MARQUES, João Gabriel Paes Gall et al. Exercício aeróbico como ferramenta não farmacológica na prevenção e/ou tratamento de pacientes com síndrome metabólica. **Revista Ciência e Saúde On-line**, v. 3, n. 1, p. 22-31, 2018.
- MARQUINA, Moisés et al. Effects on Strength, Power and Speed Execution Using Exercise Balls, Semi-Sphere Balance Balls and Suspension Training Devices: A Systematic Review. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 18, n. 3, p. 1026-1044, 2021.
- MARSHALL, Scott A. et al. Management of intracerebral pressure in the neurosciences critical care unit. **Neurosurgery Clinics**, v. 24, n. 3, p. 361-373, 2013.
- MARTA, Carlos et al. Effects of suspension versus traditional resistance training on explosive strength in elementary school-aged boys. **Pediatric Exercise Science**, v. 31, n. 4, p. 473-479, 2019.
- MASCARENHAS, Sérgio et al. The new ICP minimally invasive method shows that the Monro–Kellie doctrine is not valid. In: **Intracranial Pressure and Brain Monitoring XIV**. ANG, Christopher Beng-Ti (Ed.). Londres: Springer, Vienna, v. 2012, n. 1, p. 117-120, 2012.
- MASOULEH, Shohreh Samadpour et al. The Effects of TRX Suspension Training Combined with Taurine Supplementation on Body Composition, Glycemic and Lipid Markers in Women with Type 2 Diabetes. **Nutrients**, v. 13, n. 11, p. 3958-3972, 2021.

- MAST, Isa H. et al. Dynamic MR imaging of cerebral perfusion during bicycling exercise. **NeuroImage**, v. 250, p. 118961, 2022.
- MATÉ-MUÑOZ, José Luis et al. Effects of instability versus traditional resistance training on strength, power and velocity in untrained men. **Journal of sports science & medicine**, v. 13, n. 3, p. 460-468, 2014.
- MATSUDO, Sandra et al. Questionário internacional de atividade física (IPAQ): estudo de validade e reprodutibilidade no Brasil. **Revista Atividade Física e Saúde**, v. 6, n. 2, p. 5-18, 2001.
- MCARDLE, William D.; KATCH, Frank I.; KATCH, Victor L. **Fisiologia do Exercício: Nutrição, Energia e Desempenho Humano**. 8ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2016. 1120p.
- MENEGUCI, Joilson et al. Comportamento sedentário: conceito, implicações fisiológicas e os procedimentos de avaliação. **Motricidade**, v. 11, n. 1, p. 160-174, 2015.
- MESSONNIER, Laurent A. et al. Lactate kinetics at the lactate threshold in trained and untrained men. **Journal of Applied Physiology**, v. 114, n. 11, p. 1593-1602, 2013.
- MICHAELI, David; RAPPAPORT, Z. Harry. Tissue resonance analysis: a novel method for noninvasive monitoring of intracranial pressure. **Journal of neurosurgery**, v. 96, n. 6, p. 1132-1137, 2002.
- MILLER, William M. et al. Comparison of myoelectric activity during a suspension-based and traditional split squat. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 33, n. 12, p. 3236-3241, 2019.
- MOGHETTI, Paolo et al. Metabolic effects of exercise. **Sports Endocrinology**, v. 47, n. 1, p. 44-57, 2016.
- MOK, Nicola W. et al. Core muscle activity during suspension exercises. **Journal of science and medicine in sport**, v. 18, n. 2, p. 189-194, 2015.
- MONTEIRO, Artur Guerrini; EVANGELISTA, Alexandre Lopes. **Treinamento funcional: uma abordagem prática**. São Paulo: Phorte Editora LTDA, 2011. 216p.
- MONTEIRO, Elisabete et al. Brain Multimodal Monitoring in Severe Acute Brain Injury: Is It Relevant to Patient Outcome and Mortality? In: **Intracranial Pressure and Neuromonitoring XVII**. DEPREITERE, Bart; MEYFROIDT, Geert; GÜIZA, Fabian (Ed.). Londres: Springer, Cham, 2021. p. 83-86.
- MONTEIRO, Maria de Fátima; SOBRAL FILHO, Dário C. Exercício físico e o controle da pressão arterial. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 10, n. 6, p. 513-516, 2004.
- MONTEIRO, Rosário; AZEVEDO, Isabel. Chronic inflammation in obesity and the metabolic syndrome. **Mediators of inflammation**, v. 2010, n. 1, p. 1-10, 2010.
- MORAES, Fabiano Moulin de et al. Waveform Morphology as a Surrogate for ICP Monitoring: A Comparison Between an Invasive and a Noninvasive Method. **Neurocritical Care**, v. 1, n. 1, p. 1-9, 2022.

- MORAES, Fabiano Moulin de; SILVA, Gisele Sampaio. Noninvasive intracranial pressure monitoring methods: a critical review. **Arquivos de Neuro-Psiquiatria**, v. 79, p. 437-446, 2021.
- MOREIRA, Sofia; DIAS, Maria Celeste; CORREIA, Miguel Velhote. Plateau Waves of Intracranial Pressure: Methods for Automatic Detection and Prediction. In: **Intracranial Pressure and Neuromonitoring XVII**. DEPREITERE, Bart; MEYFROIDT, Geert; GÜIZA, Fabian (Ed.). Londres: Springer, Cham, 2021. p. 249-253.
- MURRELL, Carissa J. et al. Cerebral blood flow and cerebrovascular reactivity at rest and during sub-maximal exercise: effect of age and 12-week exercise training. **Age**, v. 35, n. 3, p. 905-920, 2013.
- NEVES, Eduardo Borba et al. Comparação do percentual de gordura obtido por bioimpedância, ultrassom e dobras cutâneas em adultos jovens. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 19, p. 323-327, 2013.
- NORA, Fernando Squeff; GROBOCOPATEL, Denise. Métodos de aferição da pressão arterial média. **Brazilian Journal of Anesthesiology**, v. 46, n. 4, p. 295-301, 1996.
- NUCCI, Carlotta Ginevra et al. Intracranial pressure wave morphological classification: automated analysis and clinical validation. **Acta neurochirurgica**, v. 158, n. 3, p. 581-588, 2016.
- OCAMOTO, Gabriela Nagai et al. Intracranial Compliance Concepts and Assessment: A Scoping Review. **Frontiers in neurology**, v. 12, n. 1, p. 1-12, 2021b.
- OCAMOTO, Gabriela Nagai et al. Noninvasive Intracranial Pressure Monitoring in Chronic Stroke Patients with Sedentary Behavior: A Pilot Study. In: **Intracranial Pressure and Neuromonitoring XVII**. DEPREITERE, Bart; MEYFROIDT, Geert; GÜIZA, Fabian (Ed.). Londres: Springer, Cham, 2021. p. 55-58a.
- OGOHO, Shigehiko et al. Regulation of middle cerebral artery blood velocity during recovery from dynamic exercise in humans. **Journal of applied physiology**, v. 102, n. 2, p. 713-721, 2007.
- OUZZANI, Mourad et al. Rayyan—a web and mobile app for systematic reviews. **Systematic reviews**, v. 5, n. 1, p. 1-10, 2016.
- PAGE, Matthew J. et al. A declaração PRISMA 2020: diretriz atualizada para relatar revisões sistemáticas. **Rev Panam Salud Publica**; 46, dic. 2022, 2022.
- PANAHI, Shirin; TREMBLAY, Angelo. Sedentariness and health: is sedentary behavior more than just physical inactivity? **Frontiers in public health**, v. 6, n. 1, p. 258, 2018.
- PANCAR, Serkan et al. The Effect of TRX Suspension Training on Physical Capacity of Young Sedentaries. **The Journal of Eurasia Sport Sciences and Medicine**, v. 3, n. 1, p. 24-32, 2021.
- PEREZ-BARCENA, Jon; LLOMPART-POU, Juan Antonio; O'PHELAN, Kristine H. Intracranial pressure monitoring and management of intracranial hypertension. **Critical care clinics**, v. 30, n. 4, p. 735-750, 2014.

PETROSKI, Edio Luiz; NETO, Cândido Simões Pires. Validação de equações antropométricas para a estimativa da densidade corporal em mulheres. **Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde**, v. 1, n. 2, p. 65-73, 1995.

PETROSKI, Edio Luiz; NETO, Cândido Simões Pires. Validação de equações antropométricas para a estimativa da densidade corporal em homens. **Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde**, v. 1, n. 3, p. 5-14, 1996.

PIERRO, Michele L. et al. A Noninvasive Method for Monitoring Intracranial Pressure During Postural Changes. In: **Intracranial Pressure and Neuromonitoring XVII**. DEPREITERE, Bart; MEYFROIDT, Geert; GÜIZA, Fabian (Ed.). Londres: Springer, Cham, 2021. p. 125-129.

PINCKARD, Kelsey; BASKIN, Kedryn K.; STANFORD, Kristin I. Effects of exercise to improve cardiovascular health. **Frontiers in cardiovascular medicine**, v. 6, n. 1, p. 69, 2019.

PINTO, Igor Nicolau et al. Respostas cardiovasculares em diferentes percentuais de vinte repetições máximas em homens treinados e destreinados no treinamento resistido em circuito. **RBPFEEX-Revista Brasileira De Prescrição E Fisiologia Do Exercício**, v. 12, n. 76, p. 605-615, 2018.

POBLETE-ARO, Carlos et al. Efecto del ejercicio físico sobre marcadores de estrés oxidativo en pacientes con diabetes mellitus tipo 2. **Revista médica de Chile**, v. 146, n. 3, p. 362-372, 2018.

POOLE, David C. et al. Contribution of excising legs to the slow component of oxygen uptake kinetics in humans. **Journal of applied physiology**, v. 71, n. 4, p. 1245-1260, 1991.

PORTNOY, H. D.; CHOPP, M. Spectral analysis of intracranial pressure. In: **Intracranial pressure IV**. SHULMAN, Kenneth et al. (Ed.). Berlim: Springer, 1980. p. 167-172.

POTT, Frank et al. Middle cerebral artery blood velocity during intense static exercise is dominated by a Valsalva maneuver. **Journal of Applied Physiology**, v. 94, n. 4, 2003.

POULIN, Marc J.; SYED, Rebecca J.; ROBBINS, Peter A. Assessments of flow by transcranial Doppler ultrasound in the middle cerebral artery during exercise in humans. **Journal of applied physiology**, v. 86, n. 5, p. 1632-1637, 1999.

QUERFURTH, Henry W. et al. Ophthalmodynamometry for ICP prediction and pilot test on Mt. Everest. **BMC neurology**, v. 10, n. 1, p. 1-11, 2010.

RABELO, Nicollas Nunes et al. Is It Possible to Monitor the Wave Form with Noninvasive Methods? **World Neurosurgery**, v. 152, n. 1, p. 231-232, 2021a.

RABELO, Nicollas Nunes et al. The historic evolution of intracranial pressure and cerebrospinal fluid pulse pressure concepts: Two centuries of challenges. **Surgical Neurology International**, v. 12, n. 1, p. 1-6, 2021b.

RADOLOVICH, D. K. et al. Pulsatile intracranial pressure and cerebral autoregulation after traumatic brain injury. **Neurocritical care**, v. 15, n. 3, p. 379-386, 2011.

RAGAUSKAS, Arminas et al. Implementation of non-invasive brain physiological monitoring concepts. **Medical engineering & physics**, v. 25, n. 8, p. 667-678, 2003.

- RAHIMI, Marzyeh; NAZARALI, Parvaneh; ALIZADEH, Rostam. Pilates and TRX training methods can improve insulin resistance in overweight women by increasing an exercise-hormone, Irisin. **Journal of Diabetes & Metabolic Disorders**, v. 20, n. 2, p. 1455-1460, 2021.
- RICKLI, Cristiane et al. Efeito da hemodiálise na complacência cerebral avaliada de forma não invasiva: relato de caso. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 1, p. 10169-10177, 2021a.
- RICKLI, Cristiane et al. Use of non-invasive intracranial pressure pulse waveform to monitor patients with End-Stage Renal Disease (ESRD). **Plos One**, v. 16, n. 7, p. e0240570, 2021b.
- RIEBE, Deborah et al. **Guidelines for exercise testing and prescription**. 10 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2018. 510p.
- ROBBA, Chiara et al. Intracranial pressure monitoring in patients with acute brain injury in the intensive care unit (SYNAPSE-ICU): an international, prospective observational cohort study. **The Lancet Neurology**, v. 20, n. 7, p. 548-558, 2021.
- ROJAS, Salomón Soriano Ordinola et al. Uso de um método não invasivo no monitoramento da pressão intracraniana em unidade de terapia intensiva para melhorar a neuroproteção em pacientes no pós-operatório de cirurgia cardíaca após circulação extracorpórea. **Revista Brasileira de Terapia Intensiva**, v. 33, n. 3, p. 469-476, 2021.
- ROJAS-VALVERDE, Daniel et al. Physical load control and prescription during resistance suspension strap training. **VIREF Revista de Educación Física**, v. 9, n. 4, p. 13-26, 2020.
- ROPELLE, Eduardo Rochete; PAULI, José Rodrigo; CARVALHEIRA, José Barreto Campello. Efeitos moleculares do exercício físico sobre as vias de sinalização insulínica. **Motriz. Journal of Physical Education. UNESP**, v. 11, n. 1, p. 49-55, 2005.
- ROSE, Jack C.; MAYER, Stephan A. Optimizing blood pressure in neurological emergencies. **Neurocritical care**, v. 1, p. 287-299, 2004.
- ROSSI, Denise Martineli et al. Noninvasive intracranial pressure monitoring in women with migraine. **Scientific Reports**, v. 12, n. 1, p. 1-9, 2022.
- ROTH, Christian et al. Effect of early physiotherapy on intracranial pressure and cerebral perfusion pressure. **Neurocritical care**, v. 18, n. 1, p. 33-38, 2013.
- RUESCH, Alexander et al. Comparison of static and dynamic cerebral autoregulation under anesthesia influence in a controlled animal model. **Plos one**, v. 16, n. 1, p. e0245291, 2021.
- SALDANHA, Maurício Assis et al. Efeito agudo do exercício resistido realizado em diferentes intensidades na hemodinâmica de homens normotensos. **Motricidade**, v. 12, n. 1, p. 60-68, 2016.
- SANNICANDRO, Italo; COFANO, G.; ROSA, A. R. Strength and power analysis in half squat exercise with suspension training tools. **Journal of Physical Education & Sport**, v. 15, n. 3, p. 433-440, 2015.
- SANTOS, Cristina Mamédio da Costa; PIMENTA, Cibele Andruccioli de Mattos; NOBRE, Moacyr Roberto Cuce. The PICO strategy for the research question construction and evidence search. **Revista latino-americana de enfermagem**, v. 15, p. 508-511, 2007.

- SAINBHI, Amanjot Singh et al. Non-invasive and minimally-invasive cerebral autoregulation assessment: a narrative review of techniques and implications for clinical research. **Frontiers in Neurology**, v. 13, 2022.
- SCHEFFER, Débora da Luz; LATINI, Alexandra. Exercise-induced immune system response: Anti-inflammatory status on peripheral and central organs. **Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Molecular Basis of Disease**, v. 1866, n. 10, p. 165823-165837, 2020.
- SCOTT, Jessica M. et al. Association of exercise and swimming goggles with modulation of cerebro-ocular hemodynamics and pressures in a model of spaceflight-associated neuro-ocular syndrome. **JAMA ophthalmology**, v. 137, n. 6, p. 652-659, 2019.
- SHIMBLES, S. et al. Clinical comparison of tympanic membrane displacement with invasive intracranial pressure measurements. **Physiological measurement**, v. 26, n. 6, p. 1085-1092, 2005.
- SILVA, Carlos Alberto; ASSIS, Yuri Alberto Freire; RODRIGUES, Abraham Lincoln Paula. Respostas agudas do treinamento resistido nas variáveis hemodinâmicas em universitárias normotensas. **RBNE-Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, v. 13, n. 79, p. 321-332, 2019.
- SILVA, Telmo Nunes da et al. Efeito agudo de dois modelos de treinamento intervalado sobre a carga interna em atletas de futsal feminino. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**, v. 34, n. 3, p. 447-461, 2020.
- SILVA-GRIGOLETTO, Marzo Edir Da; BRITO, Ciro Jose; HEREDIA, Juan Ramon. Treinamento funcional: funcional para que e para quem? **Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano**, v. 16, n. 6, p. 714-719, 2014.
- SIRI, W. E. Body composition from fluid spaces and density: analysis of methods. In: Techniques for measuring body composition. Org: BROZEK, Josef.; HENSCHERL, Austin. Washington D.C.: National Academic of Sciences, 1961. 239-280p.
- SMITH, Kurt J. et al. Matched increases in cerebral artery shear stress, irrespective of stimulus, induce similar changes in extra-cranial arterial diameter in humans. **Journal of Cerebral Blood Flow & Metabolism**, v. 39, n. 5, p. 849-858, 2019.
- SMITH, Leslie E. et al. The acute and chronic health benefits of TRX Suspension Training® in healthy adults. **Int J Res Ex Phys**, v. 11, n. 2, p. 1-15, 2016.
- SMITH-RYAN, Abbie E. et al. Reproducibility and validity of A-mode ultrasound for body composition measurement and classification in overweight and obese men and women. **PloS one**, v. 9, n. 3, p. e91750, 2014.
- SNARR, Ronald L.; ESCO, Michael R. Electromyographic comparison of traditional and suspension push-ups. **Journal of human kinetics**, v. 39, n. 18, p. 75-83, 2013.
- SNARR, Ronald L.; ESCO, Michael R. Electromyographical comparison of plank variations performed with and without instability devices. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 28, n. 11, p. 3298-3305, 2014.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA; SOCIEDADE BRASILEIRA DE HIPERTENSÃO; SOCIEDADE BRASILEIRA DE NEFROLOGIA. VI Diretrizes Brasileiras de Hipertensão. Arquivo Brasileiro de Cardiologia, v. 95, n. 1, Supl 1, p. 1-51, 2010.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES. Diretrizes da Sociedade Brasileira de Diabetes 2019-2020. São Paulo: Editora Científica Clannad, 2019. 491p.

SOLIGON, Samuel Domingos et al. Suspension training vs. traditional resistance training: effects on muscle mass, strength and functional performance in older adults. **European Journal of Applied Physiology**, v. 120, n. 10, p. 2223-2232, 2020.

SONIG, Anika et al. The historical evolution of intracranial pressure monitoring. **World Neurosurgery**, v. 138, p. 491-497, 2020.

SOUSA, Luís Manuel Mota et al. A metodologia de revisão integrativa da literatura em enfermagem. **Revista Investigação em Enfermagem**, n. 21, v. 17, p.17-26, 2017

STEVENTON, Jessica J. et al. Cerebrovascular function in the large arteries is maintained following moderate intensity exercise. **Frontiers in Physiology**, v. 9, n. 1, p. 1657-1665, 2018.

SU, LiQiang et al. Effects of HIIT and MICT on cardiovascular risk factors in adults with overweight and/or obesity: A meta-analysis. **PloS One**, v. 14, n. 1, p. e0210644, 2019.

TALLON, Christine M. et al. Intracranial vascular responses to high-intensity interval exercise and moderate-intensity steady-state exercise in children. **Pediatric Exercise Science**, v. 31, n. 3, p. 290-295, 2019.

TARUMI, Takashi et al. Brain blood and cerebrospinal fluid flow dynamics during rhythmic handgrip exercise in young healthy men and women. **The Journal of Physiology**, v. 599, n. 6, p. 1799-1813, 2021.

TEIXEIRA, Jeferson Américo Ancelmo et al. Influência das variações de carga de treinamento resistido sob o método de circuito, sobre o gasto energético em indivíduos treinados e destreinados. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 4, p. e56610414361-e56610414361, 2021.

TEIXEIRA, Jeferson Américo Anselmo et al. Intracranial pressure characterization after sets of the global exercise burpee in elite rafting athletes. [s.d. dados não publicados].

THELANDERSSON, Anneli et al. Effects of early bedside cycle exercise on intracranial pressure and systemic hemodynamics in critically ill patients in a neurointensive care unit. **Neurocritical care**, v. 25, n. 3, p. 434-439, 2016.

THOMPSON, Dylan et al. Physical activity and exercise in the regulation of human adipose tissue physiology. **Physiological reviews**, v. 92, n.1, p. 157–191, 2012.

TINTO, Amalia; CAMPANELLA, Marta; FASANO, Milena. Core strengthening and synchronized swimming: TRX® suspension training in young female athletes. **The Journal of sports medicine and physical fitness**, v. 57, n. 6, p. 744-751, 2016.

TREMBLAY, Mark S. et al. Sedentary behavior research network (SBRN)–terminology consensus project process and outcome. **International journal of behavioral nutrition and physical activity**, v. 14, n. 1, p. 1-17, 2017.

UCHIDA, Marcos Carlos et al. **Manual de musculação: uma abordagem teórico-prática do treinamento de força**. 7. ed. São Paulo: Phorte Editora LTDA. 2013. 296p.

UENO, Toshiaki et al. Noninvasive measurement of pulsatile intracranial pressure using ultrasound. In: **Intracranial Pressure and Neuromonitoring in Brain Injury**. Londres: Springer, Vienna, 1998. p. 66-69.

VAHIDIAN-REZAZADEH, Majid; RAHMATI, Akbar Ghaed; MAZAHERI, Mehrdad. Effect of TRX Training on Serotonin, Happiness and Army Physical Fitness Test (APFT) Scores of Border Guard's Soldiers in Sistan and Baluchestan Province, South-West of Iran. **Journal Mil Med**, v. 22, n. 4, p. 183-192, 2020.

VERBREE, Jasper et al. Middle cerebral artery diameter changes during rhythmic handgrip exercise in humans. **Journal of Cerebral Blood Flow & Metabolism**, v. 37, n. 8, p. 2921-2927, 2017.

VILELA, Gustavo Henrique Frigieri et al. Validation of a new minimally invasive intracranial pressure monitoring method by direct comparison with an invasive technique. In: **Intracranial Pressure and Brain Monitoring XV**. ANG, Christopher Beng-Ti (Ed.). Londres: Springer, Cham, 2016. p. 97-100.

VILELA, Gustavo Henrique Frigieri. **Desenvolvimento de um sistema minimamente invasivo para monitorar a pressão intracraniana**. 2010. 126p. Tese (Doutorado em Física), Instituto de Física de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, São Paulo, Brasil.

WALLER, Lena et al. Effects of different types of exercise training on pulmonary arterial hypertension: a systematic review. **Journal of clinical medicine**, v. 9, n. 6, p. 1689-1741, 2020.

WARD, Jaimie L. et al. Effect of healthy aging and sex on middle cerebral artery blood velocity dynamics during moderate-intensity exercise. **American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology**, v. 315, n. 3, p. H492-H501, 2018.

WESTON, Max E. et al. Differences in cerebrovascular regulation and ventilatory responses during ramp incremental cycling in children, adolescents, and adults. **Journal of applied physiology**, v. 131, n. 4, p. 1200-1210, 2021.

WESTON, Max E. et al. The effect of exercise intensity and cardiorespiratory fitness on the kinetic response of middle cerebral artery blood velocity during exercise in healthy adults. **Journal of Applied Physiology**, v. 133, n. 1, p. 214-222, 2022.

WHELTON, Paul K. et al. ACC/AHA/AAPA/ABC/ACPM/AGS/APhA/ASH/ASPC/NMA/PCNA Guideline for the Prevention, Detection, Evaluation, and Management of High Blood Pressure in Adults: Executive Summary: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical Practice Guidelines. **Hypertension**, v. 71, n. 6, p. 1269-1324, 2018.

WIJDICKS, Eelco FM. Lundberg and his waves. **Neurocritical Care**, v. 31, p. 546-549, 2019.

- WITTE, Emily et al. Exercise intensity and middle cerebral artery dynamics in humans. **Respiratory physiology & neurobiology**, v. 262, p. 32-39, 2019.
- XAVIER, Hernes Toros et al. V Diretriz Brasileira de Dislipidemias e Prevenção da Aterosclerose. **Arquivo Brasileiro de Cardiologia**, v. 101, n. 4, Supl 1, p. 1-30, 2013.
- XU, F. et al. Effect of hypoxia and hyperoxia on cerebral blood flow, blood oxygenation, and oxidative metabolism. *Journal of Cerebral Blood Flow & Metabolism*, v. 32, n. 10, p. 1909-1918, 2012.
- YALFANI, Ali; BIGDELI, Nahid; GANDOMI, Farzaneh. The effects of Suspension (TRX) versus core stabilization training on postural stability, lumbopelvic control and proprioception in women with DiastasisRecti Abdominis: A Randomized Controlled Trial. **Research Square**, v. 1, n. 1, p. 1-21, 2021.
- YAZBEK JR, Paulo et al. Ergoespirometria. Teste de esforço cardiopulmonar, metodologia e interpretação. **Arquivos brasileiros de cardiologia**, v. 71, p. 719-724, 1998.
- ZEPETNEK, Julia O. Totosty de et al. Test–retest reliability and validity of body composition methods in adults. **Clinical Physiology and Functional Imaging**, v. 41, n. 5, p. 417-425, 2021.
- ZHANG, Fan. Effect of TRX Suspension Training on Abdominal Strength and Isometric Muscle Endurance of Police College Students. In: **2018 International Conference on Social Science and Education Reform (ICSSER 2018)**. Atlantis Press, 2018. p. 146-149.
- ZHAO, Y. L.; ZHOU, J. Y.; ZHU, G. H. Clinical experience with the noninvasive ICP monitoring system. In: **Intracranial Pressure and Brain Monitoring XII**. POON, Wai S. et al. (Eds.). Londres: Springer, Vienna, 2005. p. 351-355.
- ZINK, Elizabeth K. et al. Physiological Responses to In-Bed Cycle Ergometry Treatment in Intensive Care Unit Patients with External Ventricular Drainage. **Neurocritical care**, v. 35, n. 3, p. 707-713, 2021.

APÊNDICE 1 - Estratégia de busca utilizada nas bases de dados eletrônicos para revisão integrativa da literatura

Estratégia	Descrição	MEDLINE	LILACS and SCIELO	CINAHL
População	Indivíduos com afecções neurológicas ou saudáveis	<i>Persons [Mesh] OR humans [tw] OR patients [tw] OR "person with illness" [tw] OR "sick persons" [tw] OR "neurocritical patient*" [tw] OR "healthy persons" [tw] OR "healthy volunteers" [tw] OR athletes [tw]</i>	<i>(tw: (Person* [Desh] OR patient* OR "person with illness" OR "sick persons" OR "neurocritical patient*" OR "healthy person*" OR "healthy volunteers" OR "athlete*"))</i>	<i>TX MH Persons OR humans OR patients OR "person with illness" OR "sick persons" OR "neurocritical patient*" OR "healthy persons" OR "healthy volunteers" OR athletes</i>
Intervenção	Exercício físico	<i>Exercise* [Mesh] OR training [tw] OR "aerobic exercise" [tw] OR "anaerobic exercise" [tw] OR "isometric exercise" [tw] OR sports [tw] OR "exercise movement techniques" [tw] OR "exercise therapy" [tw] OR "physical exertion" [tw] OR "physical exercise*" [tw] OR "physical activity*" [tw] OR "physical training" [tw] OR "resistance training" [tw] OR "moderate intensity continuous training" [tw] OR "interval training" [tw] OR "strength training" [tw] OR "suspension training" [tw] OR "rhythmic handgrip" [tw] OR "passive range of motion" [tw]</i>	<i>(tw: (Exercise* [Desh] OR training OR "aerobic exercise" OR "anaerobic exercise" OR "isometric exercise" OR sports OR "exercise movement techniques" OR "exercise therapy" OR "physical exertion" OR "physical exercise*" OR "physical activity*" OR "physical training" OR "resistance training" OR "moderate intensity continuous training" OR "interval training" OR "strength training" OR "suspension training" OR "rhythmic handgrip" OR "passive range of motion"))</i>	<i>TX MH Exercise* OR training OR "aerobic exercise" OR "anaerobic exercise" OR "isometric exercise" OR sports OR "exercise movement techniques" OR "exercise therapy" OR "physical exertion" OR "physical exercise*" OR "physical activity*" OR "physical training" OR "resistance training" OR "moderate intensity continuous training" OR "interval training" OR "strength training" OR "suspension training" OR "rhythmic handgrip" OR "passive range of motion"</i>
Comparação	---	---	---	---
Outcome (desfecho)	Alterações na dinâmica intracraniana	<i>"Intracranial pressure*" [Mesh] OR "intracerebral pressure" [tw] OR "subarachnoid pressure" [tw] OR "cerebrospinal fluid pressure" [tw] OR "spinal fluid pressure" [tw] OR "intracranial vascular" [tw] OR "cerebrovascular transmural pressure" [tw] OR "cerebrospinal fluid flow dynamics" [tw] OR "intracranial hypertension" [tw] OR "intracranial hypotension" [tw] OR "intracranial disorders" [tw] OR "brain compliance" [tw] OR "intracranial dynamics" [tw] OR "intracranial hemodynamics" [tw] OR "cerebrovascular function" [tw] OR "cerebral blood flow" [tw] OR cerebral autorregulation* [tw]</i>	<i>(tw: ("Intracranial pressure*" [Desh] OR "intracerebral pressure" OR "subarachnoid pressure" OR "cerebrospinal fluid pressure" OR "spinal fluid pressure" OR "intracranial vascular" OR "cerebrovascular transmural pressure" OR "cerebrospinal fluid flow dynamics" OR "intracranial hypertension" OR "intracranial hypotension" OR "intracranial disorders" OR "brain compliance" OR "intracranial dynamics" OR "intracranial hemodynamics" OR "cerebrovascular function" OR "cerebral blood flow" OR cerebral autorregulation))</i>	<i>TX MH "Intracranial pressure*" OR "intracerebral pressure" OR "subarachnoid pressure" OR "cerebrospinal fluid pressure" OR "spinal fluid pressure" OR "intracranial vascular" OR "cerebrovascular transmural pressure" OR "cerebrospinal fluid flow dynamics" OR "intracranial hypertension" OR "intracranial hypotension" OR "intracranial disorders" OR "brain compliance" OR "intracranial dynamics" OR "intracranial hemodynamics" OR "cerebrovascular function" OR "cerebral blood flow" OR cerebral autorregulation*</i>

APÊNDICE 2 – Estudos incluídos na revisão integrativa da literatura

Autor/ Periódico/Ano	Título do artigo	Amostra
BOLLO, Robert J. et al. Neurosurgery. 2010.	When the air hits your brain: cerebral autoregulation of brain oxygenation during aerobic exercise allows transient hyperoxygenation: case report	Indivíduos com afecções neurológicas
BRIMIOULLE, et al. Physical Therapy. 1997.	Effects of Positioning and Exercise on Intracranial Pressure in a Neurosurgical Intensive Care Unit	
HAYKOWSKY, Mark J. et al. Medicine & Science in Sports & Exercise. 2003.	Resistance exercise, the Valsalva maneuver, and cerebrovascular transmural pressure.	
ROTH, C. et al. Neurocritical care. 2013.	Effect of early physiotherapy on intracranial pressure and cerebral perfusion pressure	
THELANDERSSON, Anneli et al. Neurocritical care. 2016.	Effects of early bedside cycle exercise on intracranial pressure and systemic hemodynamics in critically ill patients in a neurointensive care unit	
ZINK, Elizabeth K. et al. Neurocritical care. 2021.	Physiological responses to in-bed cycle ergometry treatment in intensive care unit patients with external ventricular drainage	
KOCH, Stephen M. et al. Journal of critical. 1996.	Effect of passive range of motion on intracranial pressure in neurosurgical patients.	
ABBARIKI, Faezeh et al. Physiological Reports. 2022.	Influence of high-intensity interval training to exhaustion on the directional sensitivity of the cerebral pressure-flow relationship in young endurance-trained men	Indivíduos saudáveis
AINSLIE, Philip N. et al. American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology. 2007.	Alterations in cerebral autoregulation and cerebral blood flow velocity during acute hypoxia: rest and exercise	
BURMA, Joel S. et al. Physiological Reports. 2020.	Dynamic cerebral autoregulation across the cardiac cycle during 8 hr of recovery from acute exercise	
BURMA, Joel S. et al. Physiological Reports. 2020.	Comparison of cerebrovascular reactivity recovery following high-intensity interval training and moderate-intensity continuous training	
DRAPEAU, Audrey et al. Physiological Reports. 2019.	Six weeks of high-intensity interval training to exhaustion attenuates dynamic cerebral autoregulation without influencing resting cerebral blood velocity in young fit men	
FISHER, James P. et al. Journal of applied physiology. 2008.	Regulation of middle cerebral artery blood velocity during dynamic exercise in humans: influence of aging	
GIBBONS, Travis D. et al. The Journal of Physiology. 2021.	Influence of the mode of heating on cerebral blood flow, non-invasive intracranial pressure and thermal tolerance in humans	

Continua na próxima página.

TALLON, Christine M. et al. Pediatric exercise Science. 2019.	Intracranial vascular responses to high-intensity interval exercise and moderate-intensity steady-state exercise in children	Indivíduos saudáveis
TARUMI, Takashi et al. The Journal of Physiology. 2021.	Brain blood and cerebrospinal fluid flow dynamics during rhythmic handgrip exercise in young healthy men and women	
DICKERMAN, R. D. et al. Neurological research. 2000.	Middle cerebral artery blood flow velocity in elite power athletes during maximal weight-lifting	
SCOTT, Jessica M. et al. JAMA ophthalmology. 2019.	Association of exercise and swimming goggles with modulation of cerebro-ocular hemodynamics and pressures in a model of spaceflight-associated neuro-ocular syndrome	
LAKE, Sonja L. et al. Physiological Reports. 2022.	Aerobic exercise training in older men and women—Cerebrovascular responses to submaximal exercise: Results from the Brain in Motion study	
LEE, Yong-Kuk; CHO, Su-Youn; ROH, Hee-Tae. International Journal of Environmental Research and Public Health. 2021.	Effects of 16 weeks of taekwondo training on the cerebral blood flow velocity, circulating neurotransmitters, and subjective well-being of obese postmenopausal women	
MAST, Isa H. et al. NeuroImage. 2022.	Dynamic MR imaging of cerebral perfusion during bicycling exercise	
MURRELL, Carissa J. et al. Age. 2013.	Cerebral blood flow and cerebrovascular reactivity at rest and during sub-maximal exercise: effect of age and 12-week exercise training	
OGOHO, Shigehiko et al. Journal of applied physiology. 2007.	Regulation of middle cerebral artery blood velocity during recovery from dynamic exercise in humans	
POTT, Frank et al. Journal of Applied Physiology. 2003.	Middle cerebral artery blood velocity during intense static exercise is dominated by a Valsalva maneuver.	
POULIN, Marc J.; SYED, Rebecca J.; ROBBINS, Peter A. Journal of applied physiology. 1999.	Assessments of flow by transcranial Doppler ultrasound in the middle cerebral artery during exercise in humans	
SMITH, Kurt J. et al. Journal of Cerebral Blood Flow & Metabolism. 2019.	Matched increases in cerebral artery shear stress, irrespective of stimulus, induce similar changes in extra-cranial arterial diameter in humans	
SMITH, Kurt J. et al. Journal of Cerebral Blood Flow & Metabolism. 2019.	Matched increases in cerebral artery shear stress, irrespective of stimulus, induce similar changes in extra-cranial arterial diameter in humans	
VERBREE, Jasper et al. Journal of Cerebral Blood Flow & Metabolism. 2017.	Middle cerebral artery diameter changes during rhythmic handgrip exercise in humans	
WARD, J. L. et al. American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology. 2018.	Effect of healthy aging and sex on middle cerebral artery blood velocity dynamics during moderate-intensity exercise	

Continua na próxima página.

WESTON, Max E. et al. Journal of Applied Physiology. 2022.	The effect of exercise intensity and cardiorespiratory fitness on the kinetic response of middle cerebral artery blood velocity during exercise in healthy adults.	Indivíduos saudáveis
WESTON, Max E. et al. Journal of applied physiology. 2021.	Differences in cerebrovascular regulation and ventilatory responses during ramp incremental cycling in children, adolescents, and adults.	
WITTE, Emily et al. Respiratory physiology & neurobiology. 2019.	Exercise intensity and middle cerebral artery dynamics in humans	
STEVENTON, Jessica J. et al. Frontiers in Physiology. 2018.	Cerebrovascular function in the large arteries is maintained following moderate intensity exercise	
HELLSTROM, G. et al. Journal of Applied Physiology. 1996.	Carotid artery blood flow and middle cerebral artery blood flow velocity during physical exercise	
KLEIN, Timo et al. Med Sci Sports Exerc. 2019.	Cerebral blood flow during interval and continuous exercise in young and old men	
TEIXEIRA et al. [s.d]	Intracranial pressure characterization after sets of the global exercise burpee in elite rafting athletes	

ANEXO A – Termo de Consentimento Livre Esclarecido

Você está sendo convidado (a) para participar como voluntário da pesquisa: “**Gasto energético durante uma sessão aguda de agachamento com fita de suspensão**”, sob responsabilidade do pesquisador Jean Cesar Andrade de Souza, mestrando em Ciências Fisiológicas da Universidade Federal de São Carlos – UFSCar, e será esclarecido sobre os seguintes pontos:

1. Objetivos da Pesquisa: o objetivo geral deste estudo é analisar o efeito agudo de uma sessão de agachamento com auxílio da fita de suspensão sobre parâmetros metabólicos e hemodinâmicos de mulheres e homens ativos e, especificamente, verificar pré, durante e após a sessão: o gasto energético, a concentração sanguínea de lactato, nível de saturação de oxigênio, a frequência cardíaca, a pressão arterial e pressão intracraniana.

2. Característica dos voluntários: homens e mulheres ativos (indivíduos que realizam acima de >150 minutos/semana de atividade física), com idade entre 18 e 40 anos, segundo os critérios de inclusão e critérios de exclusão. Para a participação dos exames e protocolos da presente pesquisa é necessário a realização de exames cardiovasculares anteriormente aos testes, bem como liberação médica documentada.

3. Esta pesquisa investigará o analisar o efeito agudo de uma sessão de agachamento com auxílio da fita de suspensão sobre parâmetros metabólicos e hemodinâmicos, onde você fará três visitas pré agendadas, com duração total/por visita de 45 minutos.

a) Dessa forma, sua participação consistirá na realização dos seguintes procedimentos descritos abaixo, em ordem cronológica:

i. Comparecer nos respectivos horários e dias agendados à sala de Ginástica da Academia UNIFEV e sala de Avaliação Física e Fisiologia do Exercício (ambiente climatizado e arejado, monitorado pelo pesquisador responsável) do Centro Universitário de Votuporanga – UNIFEV, para a realização das avaliações, testes físicos e uma sessão de exercício físico;

ii. Permitir coletas sanguíneas que serão realizadas através das técnicas de punção venosa da veia cubital mediana (uma única vez, no início do protocolo experimental) e punção digital do dedo ou lóbulo da orelha (uma única gotícula de sangue, num total médio de 10 vezes/voluntário durante todo o experimento);

iii. Permitir a avaliação antropométrica (peso, estatura, circunferências e dobras cutâneas) e de composição corporal através do exame de ultrassom (exame que analisa a composição corporal- densidade óssea, percentual de gordura, etc);

iv. Participar do teste crescente de esforço em esteira ergométrica, teste este que consiste em aumentos progressivos de cargas em km/h até a falha voluntária, durante o qual será analisado o consumo máximo de oxigênio ($VO_{2máx.}$). O teste terá duração média de 30 minutos.

v. Permitir a mensuração do gasto energético realizado por um analisador de gases, além da pressão arterial, pressão intracraniana (análise por sensor – método não invasivo), frequência cardíaca, concentração de lactato sanguíneo e percepção subjetiva de esforço em momentos distintos ao longo da sessão: repouso, durante e pós sessão, sendo está última realizada de maneira cinética no 3^o, 6^o, 9^o e 12^o minuto pós-sessão.

vi. Realizar uma sessão de exercício físico composta por: agachamento com auxílio da fita de suspensão.

4. Justificativa: Tais investigações se justificam pela eminente necessidade de oferecer a população estratégias que possam ajudar a combater a obesidade através do conhecimento sobre o gasto energético mobilizado durante uma sessão de exercício com fita de suspensão, bem como o comportamento da pressão arterial, pressão intracraniana, frequência cardíaca e concentração de lactato sanguíneo em tal protocolo.

5. Envolvimento na pesquisa: Ao participar deste estudo você estará contribuindo para o levantamento de dados pertinentes a sua saúde, podendo dar continuidade nas atividades por meio de um estilo de vida mais saudável, bem como estará ajudando com a produção de resultados pertinentes, científicos e relevantes sobre a temática abordada.

6. Riscos e desconforto: Os riscos relacionados com a participação voluntária são mínimos, como: escorregões ou quedas durante o protocolo de exercício físico (nesse caso o voluntário será encaminhado ao setor de pronto atendimento, com acompanhamento do pesquisador responsável). Além disso, em todas as visitas, o voluntário (em virtude do longo período de isolamento social, em decorrência da pandemia de COVID-19) poderá sentir-se angustiado, eufórico, preocupado ou reflexivo, por se tratar de um ano atípico. Diante dos métodos abordados e protocolos desta pesquisa, os voluntários poderão sentir desconforto diante das avaliações, e fadiga muscular durante a prática de exercício físico. Durante as coletas de sanguíneas o voluntário poderá ter pequenos hematomas, dores, ou sentir-se mal (o voluntário será colocado sentado, com a cabeça entre os joelhos, outra pessoa fazendo uma pressão sobre a cabeça, forçando-a de cima para baixo). Logo, sua participação não lhe trará complicações legais, bem como nenhum procedimentos lhe oferece riscos à sua integridade física.

7. Benefícios: Quanto aos benefícios, os voluntários receberão informações relevantes quanto aos cuidados de saúde por meio de exercícios físicos, bem como obterão gratuitamente, através de métodos consolidados na literatura, informações sobre composição corporal, parâmetros metabólicos e cardiovasculares, além de componentes da aptidão física, como: capacidade cardiorrespiratória, e resistência e força muscular, que lhes ajudarão à melhorar ou manter um estilo de vida ativo e saudável.

2. Local das avaliações e encontro presencial: Sala de Ginástica da Academia UNIFEV e sala de Avaliação Física e Fisiologia do Exercício do Núcleo de Vivências Corporais do Centro Universitário de Votuporanga/SP, localizado no Bloco 5, salas 9, 10 e 11, Câmpus Centro UNIFEV, além da Sala de Coleta de Materiais Biológicos que integra o Laboratório de Análises Clínicas do Câmpus Centro da instituição supracitada, que por sua vez esta localizada na Rua Pernambuco, nº 4.196 – Centro – CEP 15.500-006 – Votuporanga/SP.

1. Despesas: Você não terá nenhum custo, como também não receberá qualquer vantagem financeira. Lembro-lhe que sua participação não é obrigatória, estando livre para participar ou recusar-se à participar dos procedimentos da pesquisa, retirando seu consentimento ou interrompendo sua participação a qualquer momento.

2. Resultados da pesquisa: os resultados da pesquisa estarão a sua disposição ao término deste estudo.

3. Confiabilidade: O (A) Sr. (a) não será identificado em nenhuma publicação que possa resultar desta pesquisa. As informações obtidas por esta pesquisa serão confidenciais, e sigilosos quanto sua participação. Os dados não serão divulgados de forma a possibilitar sua identificação, pois não será utilizado o nome real e sim um fictício, se necessário.

4. Contato e dúvidas: Você receberá uma cópia deste termo onde consta o telefone e o endereço do pesquisador principal/responsável, bem como o telefone do Comitê de Ética e Pesquisa em Seres Humanos do Centro Universitário de Votuporanga – UNIFEV, podendo tirar suas dúvidas sobre o projeto, ética e sua participação, agora ou à qualquer momento.

5. Os critérios para a realização deste estudo está em conformidade à resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde.

Jean Cesar Andrade de Souza
jeancesar.andrade@gmail.com

Fone: (17) 997271596

Rua São Paulo, 1.290, Simonsen, Votuporanga/SP.

Declaro que entendi os objetivos, riscos e benefícios de minha participação na pesquisa e concordo em participar. O pesquisador me informou que o projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos do Centro Universitário de Votuporanga - UNIFEV, localizado no Bloco 5, do Câmpus Centro da instituição supracitada, na Rua Pernambuco, nº 4.196 – Centro – CEP 15.500-006 – Votuporanga/SP. Fone (17) 3405-9999, ramal: 807. Endereço eletrônico: cepunifev@fev.edu.br.

Nome: _____ Data de Nascimento: ___ / ___ / ___

RG: _____ CPF: _____

Endereço: _____

Telefone para contato: () _____

Assinatura do participante: _____

Testemunha 1: _____ Testemunha 2: _____

Assinatura do Pesquisador Responsável: _____

_____, ____ de _____ de 202 ____.

Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos do Centro Universitário de Votuporanga - UNIFEV, localizado no Bloco 5, do Câmpus Centro da instituição supracitada, na Rua Pernambuco, nº 4.196 – Centro – CEP 15.500-006 – Votuporanga/SP. Fone (17) 3405-9999, ramal: 807. Endereço eletrônico: cepunifev@fev.edu.br.

Após o desenvolvimento do projeto de pesquisa houve uma adequação no título, onde lia-se “**Gasto energético durante uma sessão de agachamento com fita de suspensão**” passou a ler-se “**Morfologia da onda de pulso da pressão intracraniana avaliada de modo não invasivo em indivíduos ativos e saudáveis após exercício de agachamento realizado com auxílio da fita de suspensão**”, entretanto todos os procedimentos foram mantidos.

ANEXO B – Parecer do Comitê de Ética e Pesquisa em Seres Humanos

CENTRO UNIVERSITÁRIO DE
VOTUPORANGA - UNIFEV/SP



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DA EMENDA

Título da Pesquisa: Gasto energético durante uma sessão aguda de agachamento com fita de suspensão

Pesquisador: JEAN CESAR ANDRADE DE SOUZA

Área Temática:

Versão: 4

CAAE: 40832420.2.0000.0078

Instituição Proponente: Centro Universitário de Votuporanga

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 5.247.203

Apresentação do Projeto:

As informações elencadas nos campos "Apresentação do Projeto", "Objetivo da Pesquisa" e "Avaliação dos Riscos e Benefícios" foram retiradas do arquivo Informações Básicas da Pesquisa (PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_1871297_E1.pdf, de 17/01/2022 e/ou do Projeto Detalhado (Projeto_Detalhado_Emenda_TRX.docx, de 17/01/2022):

Resumo:

A obesidade pode ser compreendida como uma doença causada pelo desequilíbrio homeostático energético. Neste cenário a ingestão alimentar hipercalórica, preferencialmente de alimentos ricos em gordura saturada, carboidratos e açúcares com alto índice glicêmico, supera o gasto energético provocado por atividades da vida diária, resultando em acúmulo de gordura no organismo, principalmente nas células especializadas nesta função, os adipócitos. Neste contexto o objetivo geral deste estudo é analisar o efeito agudo de uma sessão de agachamento com auxílio da fita de suspensão sobre parâmetros metabólicos e hemodinâmicos de mulheres e homens ativos e saudáveis e, especificamente, verificar pré, durante e após a sessão: o gasto energético (GE), a concentração sanguínea de lactato [Lac], nível de saturação de oxigênio (SpO₂), a frequência

Endereço: Rua Pernambuco, 4196

Bairro: centro

CEP: 15.500-006

UF: SP

Município: VOTUPORANGA

Telefone: (17)3405-9999

Fax: (17)3405-9982

E-mail: cepunifev@fev.edu.br

CENTRO UNIVERSITÁRIO DE
VOTUPORANGA - UNIFEV/SP



Continuação do Parecer: 5.247.203

cardíaca (FC), a pressão arterial (PA) e pressão intracraniana (PIC). Para tal, 20 voluntários, homens e mulheres, entre 18 e 40 anos, ativos (>150 minutos/semana de atividade física), que sejam alunos matriculados em cursos oferecidos pelo Centro Universitário de Votuporanga–UNIFEV, serão recrutados através de anúncios veiculados em academias do município de Votuporanga/SP e no Núcleo de Vivências Corporais da instituição supracitada, para realizarem os protocolos propostos. A amostra que irá compor o segundo experimento (emenda à ser realizada), serão diferentes daqueles que participaram dos procedimentos descritos no primeiro experimento (já realizado), portanto exigindo novo recrutamento. Considerando que o presente estudo está dividido em dois experimentos, cada um com suas características e especialidades, no primeiro experimento o protocolo proposto ocorrerá da seguinte maneira: 1 - Repouso de 10 minutos onde será avaliado a PA, FC e [Lac]; 2 - Protocolo de EF que consiste em: uma série de trinta repetições de agachamento com auxílio da fita de suspensão durante 1 minuto; 3 – Após o Protocolo: recuperação pós série de 12 minutos marcada pela análise cinética a cada 3 minutos da FC, PA, [Lac] e Percepção Subjetiva de Esforço (PSE), além disso será mensurado o GE total da sessão ao longo de todo o protocolo proposto por meio de um analisador de gases. Por outro lado, no segundo experimento o protocolo ocorrerá da seguinte maneira: 1 – Repouso prévio de 15 minutos, seguidos de 5 minutos de avaliação da FC, PA, PIC, [Lac], PSE e SpO₂; 2 - Protocolo de EF que consiste em: três séries de trinta repetições de agachamento com auxílio da fita de suspensão com duração máxima de 1 minuto, e intervalos entre séries de 5 minutos para a avaliação da FC, PA, PIC, [Lac], PSE e SpO₂; 3 – Após o Protocolo: repouso de 12 minutos marcado pela avaliação da PIC, e análise cinética a cada 3 minutos da FC, PA, [Lac], PSE e SpO₂, ademais será mensurado o GE total de cada série e da sessão ao longo de todo o protocolo proposto por meio de um analisador de gases. Os resultados serão analisados utilizando o software STATISTIC 7 (Statsoft inc. Tulsa. USA), adotando significância de p0,05. Espera-se por meio do primeiro experimento verificar qual é o GE de uma série aguda de agachamento com auxílio da fita de suspensão, bem como analisar a [Lac], FC, PA e

Endereço: Rua Pernambuco, 4196

Bairro: centro

CEP: 15.500-006

UF: SP

Município: VOTUPORANGA

Telefone: (17)3405-9999

Fax: (17)3405-9982

E-mail: cepunifev@fev.edu.br

CENTRO UNIVERSITÁRIO DE
VOTUPORANGA - UNIFEV/SP



Continuação do Parecer: 5.247.203

PSE pré protocolo e a cineticamente pós-série.

Já no segundo experimento espera-se analisar, na população pesquisada, o comportamento da PIC diante do esforço provocado pelo protocolo de EF, demonstrando uma possível reatividade cerebrovascular, mesmo diante de um aumento da PA.

Hipótese:

Espera-se por meio deste estudo verificar qual é o gasto energético de uma sessão aguda de agachamento com fita de suspensão, bem como analisar a concentração sanguínea de lactato, frequência cardíaca, pressão arterial, pressão intracraniana, nível de saturação de oxigênio e percepção subjetiva de esforço pré e a cinética pós-série, bem como que o exercício físico com auxílio na fita de suspensão promove alterações metabólicas favoráveis ao gasto energético adequado para a alteração do balanço energético, mais negativo, como uma alternativa para a diminuição da composição corporal, consequentemente obesidade. Estes dados oferecerão a comunidade científica, principalmente profissionais que prescrevem exercício físico, e comunidade em geral dados que os auxiliam na prescrição ou realização de determinados tipos de exercícios físicos (agachamento na fita de suspensão) para grupos generalizados e/ou populações especiais com segurança e objetividade.

Metodologia Proposta:

20 voluntários, homens e mulheres, entre 18 e 40 anos, ativos (>150 minutos/semana de atividade física), que sejam alunos matriculados em cursos oferecidos pelo Centro Universitário de Votuporanga–UNIFEV, serão recrutados através de anúncios veiculados em academias do município de Votuporanga/SP e no Núcleo de Vivências Corporais da instituição supracitada, para realizarem os protocolos propostos. A amostra que irá compor o segundo experimento (emenda à ser realizada), serão diferentes daqueles que participaram dos procedimentos descritos no primeiro experimento (já realizado), portanto exigindo novo recrutamento. Considerando que o presente estudo está dividido em dois experimentos, cada um com suas características e especialidades, no primeiro experimento o protocolo proposto ocorrerá da

Endereço: Rua Pernambuco, 4196

Bairro: centro

CEP: 15.500-006

UF: SP

Município: VOTUPORANGA

Telefone: (17)3405-9999

Fax: (17)3405-9982

E-mail: cepunifev@fev.edu.br

CENTRO UNIVERSITÁRIO DE
VOTUPORANGA - UNIFEV/SP



Continuação do Parecer: 5.247.203

seguinte maneira: 1 - Repouso de 10 minutos onde será avaliado a Pressão Arterial (PA), Frequência Cardíaca (FC) e concentração de lactato [Lac]; 2 - Protocolo de exercício físico (EF) que consiste em: uma série de trinta repetições de agachamento com auxílio da fita de suspensão durante 1 minuto; 3 – Após o Protocolo: recuperação pós série de 12 minutos marcada pela análise cinética a cada 3 minutos da FC, PA, [Lac] e Percepção Subjetiva de Esforço (PSE), além disso será mensurado o gasto energético (GE) total da sessão ao longo de todo o protocolo proposto por meio de um analisador de gases. Por outro lado, no segundo experimento o protocolo ocorrerá da seguinte maneira: 1 – Repouso prévio de 15 minutos, seguidos de 5 minutos de avaliação da FC, PA, pressão intracraniana (PIC), [Lac], PSE e nível de saturação de oxigênio (SpO₂); 2 - Protocolo de EF que consiste em: três séries de trinta repetições de agachamento com auxílio da fita de suspensão com duração máxima de 1 minuto, e intervalos entre séries de 5 minutos para a avaliação da FC, PA, PIC, [Lac], PSE e SpO₂; 3 – Após o Protocolo: repouso de 12 minutos marcado pela avaliação da PIC, e análise cinética a cada 3 minutos da FC, PA, [Lac], PSE e SpO₂, ademais será mensurado o GE total de cada série e da sessão ao longo de todo o protocolo proposto por meio de um analisador de gases. Os resultados serão analisados utilizando o software STATISTIC 7 (Statsoft inc. Tulsa. USA), adotando significância de p0,05

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

Analisar o efeito agudo de uma sessão de agachamento com auxílio da fita de suspensão sobre parâmetros metabólicos e hemodinâmicos de mulheres e homens ativos.

Objetivo Secundário:

- Analisar o gasto energético e a performance durante uma sessão de agachamentos com fita de suspensão em homens e mulheres ativos;
- Analisar o gasto energético da pré, durante e após a série;
- Analisar a intensidade atingida através das cargas e [Lac] durante e após a execução do protocolo de exercício físico;
- Analisar a frequência cardíaca máxima (FC_{máx}) pré e a cinética pós-série;
- Analisar a pressão arterial atingida pré e a

Endereço: Rua Pernambuco, 4196

Bairro: centro

CEP: 15.500-006

UF: SP

Município: VOTUPORANGA

Telefone: (17)3405-9999

Fax: (17)3405-9982

E-mail: cepunifev@fev.edu.br

CENTRO UNIVERSITÁRIO DE
VOTUPORANGA - UNIFEV/SP



Continuação do Parecer: 5.247.203

cinética pós série;

- Analisar a pressão intracraniana pré, após séries e no final da sessão;
- Analisar o nível de saturação de oxigênio (SpO2) pré e pós protocolo de exercício físico;
- Analisar a percepção subjetiva de esforço da sessão;
- Analisar a performance da sessão;
- Analisar se há correlação da PIC e PA sistêmica pré e pós protocolo de treinamento físico.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos:

Os riscos relacionados com a sua participação são mínimos, como: escorregões ou quedas durante o protocolo de exercício físico (nesse caso o voluntário será encaminhado ao setor de pronto atendimento, acompanhamento do pesquisador responsável). Além disso, no encontro presencial, você (em virtude do longo período de isolamento social, em decorrência da pandemia de COVID-19) poderá sentir-se angustiado, eufórico, preocupado ou reflexivo. Diante dos métodos abordados e protocolos, você poderá sentir desconforto diante das avaliações, e fadiga muscular durante a prática de exercício físico. Durante a coleta de sangue para análise da concentração de Lactato [lac], você poderá ter pequenos hematomas, dores ou sentir-se mal (o voluntário será colocado sentado, com a cabeça entre os joelhos, outra pessoa fazendo uma pressão sobre a cabeça, forçando-a de cima para baixo). Logo, sua participação não lhe trará complicações legais, bem como nenhum procedimentos lhe oferece riscos à sua integridade física.

Benefícios:

Você terá em mãos informações quanto aos cuidados de saúde por meio de exercícios físicos. Ademais, você poderá a partir das informações coletadas obter informações sobre parâmetros metabólicos e cardiovasculares de modo gratuito, que podem ajudá-lo a melhorar sua composição corporal, parâmetros metabólicos e cardiovasculares, além de componentes da aptidão física, como: capacidade cardiorrespiratória, e resistência e força muscular, melhorando sua saúde de modo geral.

Endereço: Rua Pernambuco, 4196

Bairro: centro

CEP: 15.500-006

UF: SP

Município: VOTUPORANGA

Telefone: (17)3405-9999

Fax: (17)3405-9982

E-mail: cepunifev@fev.edu.br

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DE
VOTUPORANGA - UNIFEV/SP**



Continuação do Parecer: 5.247.203

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Verificar o campo "Conclusões ou Pendências e lista de inadequações".

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Os termos foram apresentados de acordo com as normas éticas vigentes, não havendo nenhum óbice ético.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

A emenda apresentada atende plenamente as pendências apontadas em parecer anterior.

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_1871297_E1.pdf	17/01/2022 21:02:23		Aceito
Outros	Projeto_Detalhado_Emenda_TRX.docx	17/01/2022 20:43:37	JEAN CESAR ANDRADE DE SOUZA	Aceito
Outros	MATERIAL_DE_DIVULGACAO_EMENDA.pdf	17/01/2022 20:31:26	JEAN CESAR ANDRADE DE SOUZA	Aceito
Cronograma	CRONOGRAMA_PROJETO_TRX.pdf	04/12/2021 19:27:21	JEAN CESAR ANDRADE DE SOUZA	Aceito
Outros	Projeto_Detalhado_TRX_EMENDA.docx	04/12/2021 19:24:55	JEAN CESAR ANDRADE DE SOUZA	Aceito
Parecer Anterior	PB_PARECER_CONSUBSTANCIADO_CEP_4520529.pdf	04/12/2021 19:04:04	JEAN CESAR ANDRADE DE SOUZA	Aceito
Outros	EMENDA_MATERIAL_DE_DIVULGACAO.pdf	04/12/2021 19:01:08	JEAN CESAR ANDRADE DE SOUZA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_TRX_EMENDA.pdf	04/12/2021 18:59:08	JEAN CESAR ANDRADE DE SOUZA	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_Detalhado_TRX.docx	10/01/2021 21:24:19	JEAN CESAR ANDRADE DE SOUZA	Aceito
Outros	EMENDA.pdf	10/01/2021 21:21:05	JEAN CESAR ANDRADE DE	Aceito

Endereço: Rua Pernambuco, 4196

Bairro: centro

CEP: 15.500-006

UF: SP

Município: VOTUPORANGA

Telefone: (17)3405-9999

Fax: (17)3405-9982

E-mail: cepunifev@fev.edu.br

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DE
VOTUPORANGA - UNIFEV/SP**



Continuação do Parecer: 5.247.203

Outros	EMENDA.pdf	10/01/2021 21:21:05	SOUZA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_TRX.pdf	10/01/2021 21:17:11	JEAN CESAR ANDRADE DE SOUZA	Aceito
Outros	DECLARACAO_CONCORDANCIA_INFRAESTRUTURA_UNIFEV.pdf	10/01/2021 21:16:19	JEAN CESAR ANDRADE DE SOUZA	Aceito
Declaração de concordância	DECLARACAO_CONCORDANCIA_INFRAESTRUTURA_TRX_UFSCAR.pdf	10/01/2021 21:15:14	JEAN CESAR ANDRADE DE SOUZA	Aceito
Brochura Pesquisa	Projeto_TRX.docx	10/01/2021 21:14:48	JEAN CESAR ANDRADE DE SOUZA	Aceito
Folha de Rosto	Folha_de_Rosto_TRX.pdf	07/12/2020 13:30:22	JEAN CESAR ANDRADE DE SOUZA	Aceito
Outros	Termo_de_Compromisso_TRX.pdf	07/12/2020 13:30:01	JEAN CESAR ANDRADE DE SOUZA	Aceito
Outros	Declaracao_Nao_Remuneracao_TRX.pdf	07/12/2020 13:28:18	JEAN CESAR ANDRADE DE SOUZA	Aceito
Declaração de Manuseio Material Biológico / Biorepositório / Biobanco	Declaracao_Coleta_de_Dados_TRX.pdf	07/12/2020 13:26:20	JEAN CESAR ANDRADE DE SOUZA	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Declaracao_Concordancia_Infraestrutura_TRX.pdf	07/12/2020 13:24:43	JEAN CESAR ANDRADE DE SOUZA	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

VOTUPORANGA, 16 de Fevereiro de 2022

Assinado por:
WAGNER MONEDA TELINI
(Coordenador(a))

Endereço: Rua Pernambuco, 4196
Bairro: centro **CEP:** 15.500-006
UF: SP **Município:** VOTUPORANGA
Telefone: (17)3405-9999 **Fax:** (17)3405-9982 **E-mail:** cepunifev@fev.edu.br

Após o desenvolvimento do projeto de pesquisa houve uma adequação no título, onde lia-se “**Gasto energético durante uma sessão de agachamento com fita de suspensão**” passou a ler-se “**Morfologia da onda de pulso da pressão intracraniana avaliada de modo não invasivo em indivíduos ativos e saudáveis após exercício de agachamento realizado com auxílio da fita de suspensão**”, entretanto todos os procedimentos foram mantidos.

ANEXO C – Acordo de cooperação técnico-científica entre Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) e Centro Universitário de Votuporanga (UNIFEV)



ACORDO DE COOPERAÇÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA

Acordo de Cooperação Acadêmica e Científica entre a Universidade Federal de São Carlos (Brasil) e a Fundação Educacional de Votuporanga – Centro Universitário de Votuporanga.

Pelo presente instrumento de acordo, as Convenientes, de um lado, a Universidade Federal de São Carlos, com sede no *campus* São Carlos, situada na Rodovia Washington Luís, km 235, em São Carlos (SP), Brasil, representada neste ato por sua Reitora, Profa. Dra. Wanda Hoffmann, doravante denominada “UFSCar”; e, do outro lado, a Fundação Educacional de Votuporanga, devidamente inscrita no CNPJ/MF sob o nº 45.164.654/0001-99, com sede na Rua Pernambuco, nº 4196, na cidade de Votuporanga, Estado de São Paulo, neste ato devidamente representada, na forma de seu estatuto social, pelo seu Diretor Presidente, Celso Penha Vasconcelos, entidade mantenedora do Centro Universitário de Votuporanga – UNIFEV, neste ato representado por seu Reitor, Prof. Dr. Rogério Rocha Matarucco, doravante denominada UNIFEV;

CONSIDERANDO o interesse mútuo que UFSCar e a UNIFEV manifestam no estabelecimento de atividades comuns que contribuam para o desenvolvimento do ensino superior (graduação e pós-graduação), ciência e tecnologia;

CONSIDERANDO o interesse de se intensificarem as relações acadêmicas entre as instituições, visando à cooperação e ao intercâmbio de conhecimentos e experiências de interesse comum;

CELEBRAM ESTE ACORDO segundo as seguintes cláusulas e condições:

Cláusula Primeira – DOS OBJETIVOS

Constituem objetivos deste Acordo:

I.1. Estabelecer relações estáveis entre a UFSCar e a UNIFEV, de maneira a propiciar o desenvolvimento conjunto de programas, estágios, projetos, atividades de pesquisa e desenvolvimento.

I.2. Estabelecer a metodologia para o desenvolvimento de atividades conjuntas, em especial quanto à realização de trabalhos de pesquisa, treinamento e intercâmbio de pessoal.

1



ACORDO DE COOPERAÇÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA

Cláusula Segunda – DAS FORMAS DE COOPERAÇÃO

II.1. As atividades a serem desenvolvidas pelas Convenentes em cumprimento aos objetivos deste Acordo podem constituir-se de:

II.1.1. Planejamento e execução em conjunto de programas, projetos e atividades comuns ou complementares de pesquisa sobre temas definidos pelas Convenentes;

II.1.2. Recepção e intercâmbio de professores, pesquisadores, estudantes e técnicos, por períodos de curta ou longa duração;

II.1.3. Promoção de estágios, missões de estudo, treinamentos e outras formas de aperfeiçoamento de pessoal;

II.1.4. Cessão ou troca de informações científicas e técnicas, bem como intercâmbio de publicações sobre congressos, colóquios, seminários e reuniões dos quais poderão participar representantes das Convenentes.

II.2. Programas, projetos e atividades específicos devem ser detalhados em termos aditivos que farão menção expressa a este Acordo, tornando-se, para todos os fins, parte integrante dele.

Parágrafo único. Dos termos aditivos devem constar a natureza específica do trabalho (graduação, pós-graduação etc.), seus objetivos, as responsabilidades específicas das partes, recursos financeiros envolvidos, período de vigência do instrumento e outras informações relevantes à atividade concreta, tais como planos de trabalho, cronogramas e respectivos relatórios.

Cláusula Terceira – DAS RESPONSABILIDADES DAS PARTES

III.1. Quando em recepção de professores, pesquisadores, estudantes ou técnicos da outra instituição, as Convenentes devem garantir os meios e recursos materiais e humanos necessários ao desenvolvimento das atividades no âmbito deste Acordo, facilitando-lhes o uso de suas instalações físicas, equipamentos, laboratórios e material bibliográfico.

III.2. Professores, pesquisadores, estudantes e técnicos em intercâmbio estarão sujeitos às disposições legais e regulamentares da instituição de origem, bem como deverão observar as regras de disciplina vigentes na instituição anfitriã e a legislação imigratória do país que os receber.

III.3. As Convenentes comprometem-se a não publicar, divulgar ou, de qualquer forma, explorar as informações confidenciais, isto é, as que não são



ACORDO DE COOPERAÇÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA

de domínio público, incluindo as informações confidenciais pertencentes à outra parte que surgiram anteriormente à cooperação e vieram a ser obtidas em decorrência dela.

III.4. As Convenientes têm integral responsabilidade pelas consequências do uso indevido de informações e dados obtidos por conta das atividades de cooperação desenvolvidas no âmbito deste Acordo.

III.5. Quando do intercâmbio de pessoal ou de material de ambas as Convenientes, especialmente quanto à importação de equipamentos e amostras necessárias à cooperação, comprometem-se estas a auxiliarem-se mutuamente no cumprimento das formalidades aduaneiras e fiscais pertinentes.

§ 1º. As atividades desenvolvidas no âmbito deste Acordo não geram vínculo de natureza laboral ou empregatícia entre o pessoal de cada Conveniente e a outra parte.

§ 2º. Os estudantes vinculados a qualquer das instituições estão isentos da cobrança, pela outra instituição, de quaisquer taxas acadêmicas referentes a programas de intercâmbio desenvolvidos no âmbito deste Acordo e/ou à sua participação neles, salvo se termo aditivo a este instrumento dispuser em contrário.

§ 3º. Os participantes de programas de intercâmbio no âmbito deste Acordo são responsáveis pela contratação, antes de chegarem ao país da instituição que os receber, do próprio seguro-saúde, contra acidentes pessoais e de repatriação, com cobertura ao longo de todo o período de mobilidade.

Cláusula Quarta – DOS RECURSOS FINANCEIROS

IV.1. As Convenientes, quando da execução das atividades previstas neste Acordo, responderão pelos custos atinentes à sua respectiva parte no trabalho, mas não estarão obrigadas a comprometer recursos do próprio orçamento para assegurar o suporte financeiro necessário à realização de tais atividades.

IV.2. Em casos de projetos específicos, as Convenientes podem buscar isolada ou conjuntamente recursos junto a agências nacionais ou internacionais de fomento à pesquisa e desenvolvimento, bem como junto a empresas dos respectivos países.

Cláusula Quinta – DA PROPRIEDADE INTELECTUAL

V.1. O produto intelectual das atividades desenvolvidas no âmbito deste Acordo, pelos professores e pesquisadores da UFSCar e da UNIFEV, constitui



ACORDO DE COOPERAÇÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA

patrimônio valioso, protegido por normas acadêmicas próprias e pela legislação pertinente.

V.2. Quando da atividade resultarem a geração, o desenvolvimento e/ou o aprimoramento de bem imaterial, os direitos de propriedade e utilização devem ser previstos em instrumento contratual específico, garantindo assim a copropriedade das Convenentes em ambos os territórios nacionais e a forma como o produto será explorado comercialmente.

V.3. As Convenentes devem envidar esforços para coibir a divulgação e a utilização indevidas dos dados, informações, técnicas, métodos e outros bens imateriais utilizados ou resultantes das atividades desenvolvidas no âmbito deste Acordo.

V.4. A divulgação das atividades e a difusão do saber resultantes deste Acordo devem fazer menção expressa a ele e às Convenentes.

V.5. Observadas as condicionantes e limitações estipuladas nesta cláusula e na legislação pertinente, são sempre possíveis a divulgação e a publicação de trabalhos técnicos e científicos, trabalhos de conclusão de curso de graduação, dissertações de mestrado e teses de doutorado decorrentes ou relacionadas às atividades desenvolvidas no âmbito deste Acordo.

Cláusula Sexta – DA VIGÊNCIA

Este Acordo vigorará pelo prazo de 5 (cinco) anos, a contar da data de sua assinatura por ambas as partes, podendo ser prorrogado por meio de termo aditivo previamente aprovado e devidamente firmado por elas.

Cláusula Sétima – DAS MODIFICAÇÕES E DA RESCISÃO

VII.1. O presente Acordo pode ser alterado, por acordo entre as partes, mediante a celebração de termo aditivo.

VII.2. Os planos de trabalho aprovados em virtude deste Acordo poderão ter sua execução formalmente modificada, suspensa ou cancelada, quando, por motivos técnicos explícitos, uma das Convenentes ou ambas entenderem inconveniente o seu prosseguimento.

VII.3. Qualquer das Convenentes pode rescindir o presente Acordo mediante notificação fundamentada, com antecedência mínima de 90 (noventa) dias, com aviso de recebimento, sem prejuízo das atividades eventualmente em curso.


4 



ACORDO DE COOPERAÇÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA

Cláusula Oitava – DA SOLUÇÃO DE CONTROVÉRSIAS

As questões e controvérsias oriundas deste Acordo serão solucionadas mediante entendimento direto entre as Convenientes. Quando isso não for possível, elas indicarão conjuntamente um terceiro pessoa física para atuar como mediador.

E POR ESTAREM ASSIM JUSTAS E CONVENIADAS, as partes assinam o presente instrumento em duas vias de igual teor.

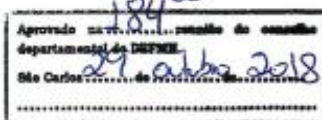
São Carlos, 17 de setembro de 2018.

Wanda Hoff
Profa. Dra. Wanda Hoffmann
 Reitora
 Universidade Federal de São Carlos

Profa. Dra. Wanda A. Machado Hoffmann
 REITORA

Celso Penha Vasconcelos
Prof. Dr. Celso Penha Vasconcelos
 Diretor Presidente
 Fundação Educacional de Votuporanga

Rogério Rocha Matarucco
Prof. Dr. Rogério Rocha Matarucco
 Reitor
 Centro Universitário de Votuporanga



Testemunhas:

Mais B. Bertuzzi
 Nome: Mais B. Bertuzzi
 RG: 33.220.275-6

Daniela Gadoi Tacomasi
 Nome: Daniela Gadoi Tacomasi
 RG: 27.651.807-X