



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA

PAOLA ZAMBELLI MORAES

**CONSUMO ENERGÉTICO E EFICIÊNCIA VENTILATÓRIA DOS
EXERCÍCIOS RESPIRATÓRIOS UTILIZADOS EM
FISIOTERAPIA**

URUGUAIANA
2015

PAOLA ZAMBELLI MORAES

CONSUMO ENERGÉTICO E EFICIÊNCIA VENTILATÓRIA DOS
EXERCÍCIOS RESPIRATÓRIOS UTILIZADOS EM FISIOTERAPIA

Artigo Científico apresentado à Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), como exigência final da disciplina de Trabalho de Conclusão do Curso de Fisioterapia.

Orientadora: Prof. Dr. Giulia Wiggers

Co-orientadora: MsC.Caroline Silveira Martinez

URUGUAIANA - RS

2015

CONSUMO ENERGÉTICO E EFICIÊNCIA VENTILATÓRIA DOS EXERCÍCIOS RESPIRATÓRIOS UTILIZADOS EM FISIOTERAPIA

Título resumido: Gasto energético dos exercícios respiratórios

PAOLA ZABELLI MORAES¹, CAROLINE SILVEIRA MARTINEZ¹, GIULIA A. WIGGERS^{1*}

¹ Curso de Fisioterapia, Universidade Federal do Pampa, Uruguaiiana, RS –Brasil.

^{1*}Autor de correspondência:

Nome: Giulia A. Wiggers

Endereço: BR 472 - Km 592 - Caixa Postal 118 - Uruguaiiana - RS - CEP: 97500-970

Fone: (55) 99147174

Palavras-chave: Fisioterapia respiratória, ventilação pulmonar, consumo de oxigênio

Keywords: Chest physiotherapy, pulmonary ventilation, oxygen consumption

Dedico este trabalho à meus pais Luiz Paulo Ramos Moraes e Verginia Rosaine Zambelli Moraes, por todo carinho e compreensão durante toda minha vida, pelo apoio e incentivo em todas minhas escolhas, se doando completamente para que eu pudesse realizar meus sonhos.

Agradecimentos

Ao final dessa jornada e de mais uma etapa da minha vida, é chegada a hora de agradecer aqueles que compartilharam tantos momentos especiais nestes cinco anos de trajetória acadêmica.

Agradeço a Deus por toda a luz, proteção, força e esperança ao longo desses e de todos os anos da minha vida. Que tua força que habita em mim, continue me dando garra para enfrentar todos os desafios, me erguendo quando caio, lutando até o final, sempre.

Aos meus pais por representarem para mim o sentido completo desta palavra, por sempre estarem do meu lado em todos os momentos, apoiando minhas decisões e me guiando pelo caminho do bem. Sei que muitas vezes abdicaram dos próprios sonhos e conforto, para se dedicarem a minha educação e a do Pie, também sei que na correria e estresse do dia a dia acabamos por não reconhecer muitos desses sacrifícios que são rotineiros. Desta forma, deixo aqui registrado meu eterno agradecimento pela pessoa que me tornaram, pelos valores passados, carinho e amor dedicados em cada simples gesto, por todas as preocupações, aflições e medos que sempre souberam acolher tão bem, me dando conselhos e me mostrando a luz no fim do túnel. Obrigada por entenderem todos os meus choros e acreditarem que tudo daria certo no final, apesar de todas as pedras no caminho. Obrigada por me ensinarem que o conhecimento é o único bem que é realmente nosso, algo que nunca vai ser perdido, aconteça o que acontecer. Não poderia deixar de agradecer também todas as caronas, sei que muitas afetaram momentos de lazer e principalmente de sesteia né pai? Todos os jalecos lavados e passados, sempre prontos para o próximo atendimento, todos os lanchinhos maravilhosos e principalmente a batata frita nas madrugadas de estudo mãe. Sou privilegiada por ter pais tão presentes e dedicados na minha vida. Hoje e sempre muito, mas muito obrigada! Amo vocês!

Ao meu irmão Pietro, por sempre me fazer rir e me salvar em vários momentos. Muito obrigada por sempre abaixar o volume quando precisei estudar ou quando queria olhar TV e não conseguia por causa da tua musica. Obrigada por acolher meu mau humor sempre com sarcasmo e risada. Espero sempre te ver alegrando todo mundo com tuas piadas e violão. Tu não sabe a força que tem, tu és brilhante e sou orgulhosa de ser tua irmã.

A minha avó Jurema por todas as orações antes de dormir, por todas as palavras de calma antes das provas difíceis e temidas nestes cinco anos. Uma mulher que com muita luta e sacrifício em tempos difíceis criou todos os seus filhos mostrando que com muito trabalho, dedicação e fé sempre podemos chegar onde queremos. Muito obrigada pelo exemplo. Que eu seja apenas a primeira neta a se formar.

Aos meus irmãos da vida Luma e Marcus, por estarem comigo em todos os momentos, acolhendo, aconselhando e me fazendo rir sempre. Luma nossa amizade ultrapassa mais de dez anos, e quando penso em uma pessoa que emana alegria, sinceridade e amor sempre vou lembrar de ti, obrigada por todos os choros, canções, batidas, gargalhadas, festas, cartas, sonos, sentimentos, angustias e felicidade compartilhadas em todos esses anos que falam por nós, prometo sempre lavar o balde de forma eficiente, quando necessitar. Marcus, tu foi um presente da faculdade, obrigada por todas as madrugadas de estudos regadas a pulos para passar o sono, café ou água suja, miojo, pipoca, chocolate e por tentar me fazer entender a lógica de algumas cadeiras. Obrigada por todos os “né”, cervejas, boate azul, cantorias em cima da mesinha e por me mostrar de forma divertida como a pesquisa é incrível e o córtex pré frontal pode ser rapidamente desativado em algumas situações, e é tão bom. Obrigada por toda a amizade, irmandade e companheirismo aos dois, por entenderem minha ausência nesses últimos meses. Vocês merecem meu melhor, espero sempre me fazer presente, mesmo que as vezes ausente.

Ao meu namorado Jorge, por nessa reta final estar ao meu lado, acreditando em mim e no meu potencial, me apoiando sempre com esse teu olhar, sorriso, palavras de carinho e incentivo. Por achar que tudo vai dar certo, por me dar sempre o teu melhor e me cuidar tanto, e por me ensinar que mesmo desistindo do amor, as vezes ele pode bater na nossa porta, puxar uma cadeira, tomar uma cerveja e ir ficando, sem pressa, sem euforia, construindo um amor com bases tão solidas que me fazem ter certeza que o meu lugar é ao teu lado. Felicidade é te ter na minha vida, muito obrigada.

A galera incansável do GPFisCar, Alyne, Taiz, Jana, Pati, Nize e Carol. Muito obrigada por todo o conhecimento que me passaram, conselhos, risadas, companheirismo e entusiasmo, seja as 6:00am ou 1:00am. Com certeza vocês fizeram parte do diferencial na minha graduação, Alyne sempre com palavras doces (ou nem tanto) e conselhos profundos, soube compartilhar da melhor forma e com entusiasmo todas as vezes que tivemos sete horas de experimento frustrado e toda a felicidade de manter anéis vivos e com endotélio, tu é a melhor companhia para qualquer hora no laboratório, teu futuro é de vitória nossa guaxinim, profetiza. Taiz, lavar caixas sempre foi muito bom para pensar e tomar decisões, principalmente quando é com alguém como tu ao lado, transferindo experiências com palavras sábias, o cansaço faz parte mas o reconhecimento sempre vem, é só colher os frutos agora. Nize, não tem nem palavras pra ti e obrigada pode ser pouco para agradecer todo o conhecimento, paciência, incentivo, risadas e tuntu tuntu, tu és uma profissional completa e sabe disso, obrigada por sempre ajudar à plebe e fazer parte de todas as etapas de um experimento nos passando a cancha. Pati, obrigada por estar sempre disponível a ajudar, a escutar e dividir os medos da pesquisa. Jana apesar do pouco tempo de convivência, obrigada por fazer reacender a luz da pesquisa na minha vida com tanto entusiasmo e amor que tu fala disso. Carol, achei que nunca daríamos certo juntas mas acompanhei todo o teu crescimento profissional e como pessoa nesses últimos anos e tenho certeza que teu

futuro é brilhante, sabes voar como uma verdadeira pesquisador. Muito obrigada por toda a paciência e ajuda incansável nessa ultima fase. Veio para provar que começos tortos podem ter fins brilhantes e hoje encerramos mais um trabalho juntas. Espero em breve fazer parte novamente deste time GPFisCar.

Ao professor Franck por sempre me motivar e acreditar que tudo vai dar certo mesmo quando o mundo esta desabando e nada funciona. Teus benzimentos em experimentos podem ser patenteados, assim como os famosos drinks. Obrigada por todas as idéias trocadas, ensinamentos e acima de tudo muito obrigada por me passar uma visão mais humanizada de mundo. Prazer inenarrável em ser tua aluna também.

Agradeço a minha orientadora Giulia, que me acompanha desde os primórdios da graduação, transferindo o amor pela respiratória e pela aorta, tornando a realização deste sonho possível. Muito obrigada por toda a paciência, dedicação, orientações, ensinamentos, conversas, conselhos e por todas as oportunidades proporcionadas ao longo destes anos. Muito obrigada por sempre depositar em mim confiança para realizar as minhas atividades, por cobrar sempre o meu melhor e por me fazer enxergar que sou capaz, sim. Mesmo que não percebendo, te tornas um pouco mãe também e nos passa lições de vida diariamente, motivação e valores muito bonitos de ética, justiça, certo e errado. Muito obrigada por todo o carinho, terás sempre um lugarzinho especial nas minhas memórias e coração.

Aos bons professores que compõem o corpo docente da UNIPAMPA, e carregam essa profissão de forma sabia e com atitudes corretas, nos encantando com a profissão que escolhemos, meu muito obrigada.

Ao meu amigo Milton por ter confiado em mim e me proporcionar uma ótima experiência durante a graduação. Muito obrigada por estar comigo até em baixo d'água, por todos os conhecimentos trocados e principalmente por me ensinar a atender não apenas com as mãos, mas com o coração. A domiciliar é apaixonante e hoje eu sei disso graças a ti.

Aos meus colegas que me agüentaram por todo esse tempo, se adaptaram e se encaixaram as minhas manias e sempre me entenderam, em especial Fernanda, Rubia, Jana, Jo, Kellen, Deh, Ci, Jacu e Cris, muito obrigada, vocês foram realmente um ótimo presente da fisioterapia, algumas surgindo em um momento onde se tudo desse certo, não teria acontecido, que bom que nem tudo da certo sempre e assim acontecem coisas incríveis que a gente nem espera.

Por fim agradeço também as minhas companheirinhas incansáveis Dara e Greta, fonte de amor inesgotável, por me acompanharem em todas as horas de trabalho no computador e por toda a festa que fazem quando me vêem cruzando a porta.

“Diz-se que, mesmo antes de um rio cair no oceano ele treme de medo. Olha para trás, para toda a jornada, os cumes, as montanhas, o longo caminho sinuoso através das florestas, através dos povoados, e vê à sua frente um oceano tão vasto que entrar nele nada mais é do que desaparecer para sempre.

Mas não há outra maneira. O rio não pode voltar.

Ninguém pode voltar. Voltar é impossível na existência.

Você pode apenas ir em frente. O rio precisa se arriscar e entrar no oceano. E somente quando ele entra no oceano é que o medo desaparece.

Porque apenas então o rio saberá que não se trata de desaparecer no oceano, mas tornar-se oceano.

Por um lado é desaparecimento e por outro lado é renascimento.”

(Osho)

Resumo

A fisioterapia respiratória conta com os exercícios respiratórios, amplamente utilizados na prática clínica, para melhorar a ventilação e função pulmonar, entretanto pouco se sabe sobre o comportamento metabólico gerado na sua execução. Assim objetivou-se avaliar a influência de nove exercícios respiratórios sobre variáveis ventilatórias, cardiovasculares e metabólicas em indivíduos saudáveis. Para isso, 17 sujeitos, jovens e saudáveis, realizaram avaliação antropométrica, cardiorrespiratória e os exercícios respiratórios Diafragmático, Costal Basal, Inspiração em Tempos, Lapena, Suspiros Inspiratórios, Respiração Abreviada, Inspiração Máxima, Apnéia Máxima e Desde o Volume Residual. Foram avaliados: consumo de oxigênio(VO_2); produção de gás carbônico(VCO_2); volume minuto (VE) ; equivalente respiratório de oxigênio (VE/VCO_2) e de gás carbônico (VE/VCO_2) utilizando um analisador de gases (VO2000). Todos os exercícios, exceto o Lapena e o Apnéia máxima, promoveram aumento da VE acompanhado de incremento no VO_2 e VCO_2 . Não houve diferença no consumo de O_2 e produção de CO_2 na maioria dos exercícios para um mesmo volume de ar mobilizado, exceto nos exercícios Lapena, Inspiração em tempos e Apnéia máxima, onde um menor gasto energético reflete o menor volume de ar mobilizado. A realização dos exercícios Diafragmático, Costal Basal, Inspiração máxima, Suspiros Inspiratórios, Respiração Abreviada e Desde o Volume Residual ainda que promova aumento do consumo de energia leva a um importante incremento ventilatório, objetivo principal dos exercícios respiratórios. Assim, essas variáveis metabólicas e ventilatórias podem ser utilizadas para uma melhor escolha e utilização desses exercícios na prática clínica do Fisioterapeuta.

Abstract

Chest physiotherapy includes breathing exercises, widely used in clinical practice, to improve ventilation and lung function, however, there are no studies evaluating energy consumption among breathing exercises. The aim of this study was to evaluate the effects of nine breathing exercises in metabolic, ventilatory and cardiovascular variables in healthy individuals. For that, 17 young healthy individuals were included. Anthropometric and cardiorespiratory measures were performed. After, the breathing exercises Diaphragmatic, Costal Basal, Inspiration in Times, Lapena, Inspiratory Sighs, Breath Shortened, Maximum Inspiration, Maximum Apnea and From the Residual Volume were applied. Prior, each participant was connected to the gas analyzer (VO2000) and measured: oxygen consumption (VO_2 ml / kg.min); CO_2 production (VCO_2 ml / kg.min); minute volume (MV l / min); ratio VE / VO_2 and VE / VCO_2 . All exercises, except Lapena and Maximal Apnea, increased VE values together with increase on VO_2 e VCO_2 . There are not differences in O_2 consumption and CO_2 production in relation to air mobilization, except in Lapena, Inspiration in times and Maximal Apnea where a minor energy consumption comes with a minor air mobilization. The exercises Diaphragmatic, Costal Basal, Maximum inspiration, Inspiratory Sighs, Breath Shortened and From the Residual Volume, as well as increased energy consumption also improved ventilation, the main objective of breathing exercises. Therefore, these metabolic and cardiorespiratory variables could be used to a better choice and application of these breathing exercises on clinical practice of Physiotherapist

Introdução

As técnicas de higiene brônquica e de expansão pulmonar utilizadas em fisioterapia respiratória interferem na mecânica respiratória e na mobilização do ar no interior dos pulmões. Fisiologicamente, a expansão pulmonar pode ser obtida a partir da negatização da pressão pleural ou aumento da pressão alveolar, portanto, quanto maior for a pressão transpulmonar obtida, maior a expansibilidade¹.

Dentre as técnicas utilizadas para expansão pulmonar os exercícios respiratórios são amplamente utilizados por ser um recurso não instrumental que modifica a atividade muscular respiratória influenciando assim a ventilação pulmonar².

Os exercícios respiratórios objetivam a otimização da expansão pulmonar, e seus efeitos são relacionados a melhora da ventilação e trocas gasosas, aumento dos volumes e capacidades pulmonares, aumento das pressões inspiratórias e expiratórias máximas^{1,3,4}, melhora da função muscular respiratória⁵, redução da dispnéia e melhora da tolerância ao exercício e na qualidade de vida^{6,7}. Clinicamente, são utilizados por fisioterapeutas tanto na prevenção quanto no tratamento de diferentes disfunções cardiorrespiratórias, tais como asma⁸, Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC)⁹, atelectasia¹⁰, em pós-operatórios e suas complicações^{3,10,11} e, em portadores de doença neuromuscular com comprometimentos respiratórios¹². Além dessas indicações, vale ressaltar a importância dos exercícios respiratórios após a remoção de secreção brônquica como componente indispensável na restauração da ventilação em áreas anteriormente obstruídas por excesso de muco¹².

Existem diferentes tipos de exercícios respiratórios que são utilizados nas mais diversas condições cardiorrespiratórias^{11,13}. O inspiração em tempos, respiração diafragmática e apnéia máxima, mostraram resultados favoráveis referentes ao retorno dos valores normais dos volumes pulmonares e recuperação da força muscular respiratória no pós-operatório de colecistectomia e na cirurgia abdominal alta^{3,11}. Em pneumopatas e cardiopatas a utilização do exercício diafragmático associado a outras técnicas fisioterapêuticas têm sido eficaz na redução da dispnéia, no melhor desempenho da musculatura respiratória e no aumento da tolerância ao exercício físico^{11,13,14}. No preparo pré-operatório de tabagistas um protocolo com exercícios diafragmáticos, suspiros inspiratórios, apnéia máxima e treino inspiratório com *threshold* demonstrou melhora do pico de fluxo inspiratório e expiratório e da

ventilação voluntária máxima, produzindo assim, melhora no desempenho dos músculos respiratórios¹⁵.

Sabe-se que indivíduos com comprometimento da função respiratória, apresentam maior gasto energético basal quando comparados a indivíduos saudáveis^{16,17}, e isso é justificado pelo aumento do trabalho respiratório necessário para suprir a demanda ventilatória¹⁸. Os exercícios respiratórios são um importante componente da reabilitação respiratória desses pacientes e seus benefícios são amplamente conhecidos e comprovados. No entanto, pouco se sabe sobre o aumento do gasto energético provocado pela realização de cada tipo de exercício respiratório, o que poderia contribuir para a escolha do exercício a ser utilizado em determinados casos, levando em consideração a situação do paciente para a realização de cada exercício e o gasto energético necessário para geração de maior benefício respiratório.

Os exercícios respiratórios se apresentam de diversas formas o que pode influenciar na resposta cardiovascular e metabólica, podendo ou não atingir a capacidade pulmonar total (CPT) e cursar com o aumento do tempo inspiratório¹⁹. Dentre os exercícios respiratórios o Diafragmático (DF) e o Costal Basal (CB) não atingem a CPT, já o Inspiração em Tempos (IT), Lapena (LP), Suspiros Inspiratórios (SI), Respiração Abreviada (RA), Inspiração Máxima (IM), Apnéia Máxima (AM) e Desde o Volume Residual (DVR) atingem a CPT. Porém, apesar das características em comum, os exercícios possuem diferentes níveis de dificuldade e são realizados com ritmo e forma distintas^{20,21}.

Assim, ainda que demonstrada a importância das variáveis metabólicas e cardiovasculares na realização dos exercícios em pacientes com disfunções respiratórias, pouco se sabe sobre a repercussão desses parâmetros durante a execução dos exercícios respiratórios frequentemente utilizados na prática clínica, geralmente escolhidos pela preferência do terapeuta e pela capacidade de realização do paciente.

Desta forma, o objetivo desse estudo foi avaliar a influência dos exercícios respiratórios sobre variáveis ventilatórias, cardiovasculares e metabólicas em indivíduos saudáveis, a fim de esclarecer o quanto cada exercício provoca de gasto energético e o benefício que proporciona, para que desta forma crie-se mais uma variável que permita ao fisioterapeuta escolher o exercícios respiratórios mais indicados.

Métodos

Dezessete voluntários saudáveis, de ambos os sexos (10 - feminino e 7 - masculino), com idades entre 18 e 30 anos ($23,6 \pm 3,3$ anos), IMC ($20,3 \pm 1,1$ Kg/m²); P_Imax: -105 ± 32 cmH₂O; P_Emax: $84 \pm 31,1$ cmH₂O, apresentando dados espirométricos de CVF: $4,25 \pm 0,96$ L; VEF₁: $3,95 \pm 1,0$ L; VEF₁/CVF: $0,86 \pm 0,05$ L. Todos assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), conforme as normas éticas previstas na Resolução CNS 466/2012 e o estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal do Pampa (CEP Unipampa - registro nº 1.093805). Foram excluídos do estudo indivíduos que não conseguiram executar as técnicas de avaliação ou exercício respiratório e portadores de doenças (cardiovasculares, neurológicas, pulmonares e musculoesqueléticas - autodeclaradas), tabagistas ou que fizessem uso regular de medicação, exceto anticoncepcional oral.

A coleta dos dados ocorreu em ambiente climatizado com temperatura controlada à $\pm 22^\circ\text{C}$ e umidade do ar de aproximadamente 50%. O protocolo experimental consistiu em uma avaliação cardiorrespiratória inicial da Frequência cardíaca (FC) e Saturação de Oxigênio no Sangue (SpO₂) através de oxímetro de pulso (NONIN Medical®, Plymouth, Minnessota, EUA), Pressão Arterial Sistólica (PAS) e Diastólica (PAD) segundo a VI Diretrizes Brasileiras de Hipertensão (2010), por meio de esfigmomanômetro digital (ONROM®, OmronHealthcareCo, Song Jiang Road, Dalian, China) Capacidade Vital Lenta (CVL) utilizando ventilômetro (Ferraris®), Pico de Fluxo Expiratório através do PeakFlow (Medicate®, Dorja, Barcelona, Catalunha, Espanha), e Pressão Inspiratória/Expiratória Máximas utilizando manovacuômetro (SPV®). A Prova de Função Pulmonar foi realizada pelo Espirômetro (KOKO Legend®), onde foram analisadas as variáveis de capacidade vital forçada (CVF), volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF₁), relação VEF₁/CVF, pico de fluxo expiratório (PFE), fluxo expiratório forçado (FEF) 25% - 75%, de acordo com as orientações do Consenso Brasileiro sobre Espirometria (2002) e utilizando-se do parâmetro de Pereira (2007)²³.

Após 24h, o voluntário foi submetido randomicamente à realização de três séries de 10 repetições de exercícios respiratórios com intervalo de 2 minutos de repouso (Rep1, Rep2 e Rep3) entre as séries e, com intervalo de 24 horas entre os diferentes tipos de exercícios: Diafragmático (DF1, DF2, DF3), Costal Basal (CB1, CB2, CB3), Inspiração em Tempos (IT1, IT2, IT3), Lapena (LP1, LP2, LP3), Suspiros Inspiratórios (SI1, SI2, SI3),

Respiração Abreviada (RA1, RA2, RA3), Inspiração Máxima (IM1, IM2, IM3), Apnéia Máxima (AP1, AP2, AP3) e Desde o Volume Residual (DVR1, DVR2, DVR3), ficando a critério do sujeito, de quantos exercícios iria participar. As instruções para a realização dos exercícios foram efetuadas pelo mesmo avaliador de forma padronizada. Previamente a execução dos exercícios, o participante foi conectado ao analisador de gases (VO2000, Medgraphics, St. Paul, Minnesota, EUA) por meio de máscara facial e permaneceu em repouso, na posição sentada, durante 10 minutos. Neste período foram obtidas as seguintes variáveis de consumo energético: Volume Minuto (VE l/min), consumo de oxigênio ($\dot{V}O_2$ ml/Kg/min), produção de gás carbônico (VCO_2 ml/Kg/min) e as relações VE/ $\dot{V}O_2$ e VE/ VCO_2 . As variáveis FC, SpO₂, PAD/PAS, CVL e PFE foram obtidas antes, imediatamente após e 10 minutos após a execução das três séries de exercícios.

Análise Estatística

Os resultados foram expressos como média \pm erro padrão da média e analisados por análise de variância (ANOVA) de I via e, quando necessário, foi utilizado o *post hoc* de Bonferroni. Foram considerados significantes os valores com $P < 0.05$.

Resultados

Os exercícios respiratórios DF, IM, DVR, IT, AM, SI, RA, CB e LP alteraram de forma distinta os parâmetros cardiovasculares e respiratórios analisados neste estudo. Houve uma redução na SpO₂ após 10 minutos de realização do exercício DVR, enquanto que os demais exercícios não promoveram alterações dessa variável. O exercício CB aumentou o PFE após 10 minutos de sua execução, o que não ocorreu nos demais exercícios. As variáveis FC, CVL, PAS e PAD não sofreram alterações no decorrer de cada exercício avaliado (Tabela 1).

Quanto às variáveis metabólicas, houve aumento no consumo de O₂ em todas as séries de exercícios em relação ao período de repouso, nos exercícios DF, IM, SI, RA, DVR e CB. No entanto, no exercício IT este aumento somente foi observado a partir da segunda série de exercício e nos AM e LP não houve incremento do consumo de O₂ entre repouso e exercício (Figura 1A). Ao analisarmos os valores de delta (diferença entre o $\dot{V}O_2$ basal e o valor atingido durante o exercício) podemos comprovar que o exercício LP apresentou menor consumo de O₂, comparado aos exercícios DF, IM,

DVR, SI, RA e CB, assim como os exercícios IT e AM quando comparados aos exercícios RA e IM (Figura 1B).

A realização dos exercícios DF, IM, DVR, SI, RA e CB aumentou a produção de CO₂ quando comparado ao repouso, enquanto que no exercício IT esse aumento só foi observado a partir da segunda série de exercícios e, nos exercícios AM e LP não houve diferença entre os períodos de repouso e exercício (Figura 2A). Quando comparados entre si, o exercício LP obteve menor produção de CO₂ que os exercícios DF, IM, DVR, SI, RA e CB, assim como o IT e AM quando comparados aos exercícios IM, RA, SI e CB (Figura 2B).

O volume de ar mobilizado durante um minuto, representado por VE, aumentou em todos os tempos nos exercícios DF, IM, DVR, SI, RA e CB, o exercício IT apresentou aumento do VE apenas a partir da segunda série de exercício e nos exercícios AM e LP não foram observadas modificações entre os períodos de repouso e exercício (Figura 3A). Quando comparados entre si o exercício LP teve menor VE que os exercícios DF, IM, DVR, SI, RA e CB, enquanto os exercícios IT e AM tiveram menor VE quando comparados ao IM, DVR e RA, sendo que o exercício AM teve um menor incremento nesta variável mesmo quando comparado ao exercício CB (Figura 3B). O exercício LP deslocou o menor volume de ar em um minuto.

Houve um aumento significativo na relação VE/VO₂ durante os exercícios IM, DVR e RA nos períodos de Rep2 e 3 quando comparado ao Rep1, sendo que no exercício DVR também houve aumento na primeira repetição do exercício quando comparado ao seu repouso. Esse parâmetro não sofreu alterações nos exercícios AM e SI. Já, nos exercícios DF e CB esse aumento foi visto no Rep2 quando comparado ao Rep1, sendo que no exercício CB também houve um aumento na 1ª série de realização do exercício quando comparado ao Rep1. No IT observamos um aumento do VE/VO₂ apenas na 2ª série desse exercício quando comparado ao seu repouso (Figura 4A). Ao analisarmos os valores de delta não encontramos diferenças na VE/VO₂ entre os exercícios (Figura 4B).

Ao avaliarmos o volume de ar mobilizado em 1 minuto em relação à produção de CO₂ (VE/VCO₂), observamos que o exercício IM aumentou essa relação durante o 3º período de repouso quando comparado ao Rep1 (Rep1 vs Rep3: $29 \pm 1,7$ vs $34,4 \pm 1,9$). Durante a realização do exercício DVR houve uma maior relação entre VE e CO₂ no aumento do Rep3 quando comparado ao Rep1 (Rep3 vs Rep1: $35,3 \pm 1,4$ vs $30,5 \pm 1,0$) e do DVR3 quando comparado ao DVR1 (DVR3 vs DVR1: $35,8 \pm 1,3$ vs $31,7 \pm 0,9$). O

exercício RA aumentou a relação VE/VCO₂ no 2º e 3º repouso em relação ao 1º repouso (Rep2 e Rep3 vs Rep1: 36,7 ± 2,3 e 36,6 ± 2,7 vs 31,1 ± 1,5), sendo que o último período de exercício aumentou a VE/VCO₂ em relação ao 1º exercício (RA3 vs RA1: 37,0 ± 2,7 vs 32,8 ± 2,2). A 3ª série do exercício CB aumentou a VE/VCO₂ quando comparado ao CB1 e ao Rep3 (CB3 vs CB1 e Rep3: 30,1 ± 1,0 vs 27,7 ± 0,5 e 27,8 ± 0,84). Enquanto que observamos uma redução nos valores de VE/VCO₂ no exercício AM nos períodos Rep2 e Rep3 quando comparados ao Rep1 (Rep2 e Rep3 vs Rep1: 26,63 ± 0,93 e 25,6 ± 1,0 vs 31 ± 1,0). Os demais exercícios DF, LP, IT e SI apresentaram comportamento semelhante da relação VE/VCO₂, não havendo diferenças entre os períodos de repouso e exercício. Da mesma forma, ao analisarmos os deltas de variações entre os exercícios não houve diferenças na VE/VO₂.

Discussão

Nossos achados demonstram que os exercícios respiratórios, promovem importante aumento da ventilação pulmonar exceto os exercícios LP e AM, alterando os parâmetros cardiovasculares, respiratórios e metabólicos. Alguns exercícios como DVR e CB promoveram alterações nos parâmetros cardiorrespiratórios analisados, esses achados apesar de demonstrarem uma significância estatística, do ponto de vista clínico, não parecem ser relevantes. Quanto às variáveis metabólicas, notamos que os exercícios respiratórios foram capazes de aumentar a ventilação pulmonar associada ao maior consumo de O₂ e produção de CO₂ nos exercícios DF, IM SI, RA, DVR e CB em todas as séries de exercícios e a partir da segunda série no exercício IT. Em outros exercícios como LP e AM não se observou esse aumento de gasto energético, porém o ganho na mobilização de ar em um minuto também foi menor do que a dos outros exercícios. Portanto, os exercícios DF, IM, DVR, CB E RA parecem proporcionar um maior benefício, ou seja, melhor eficiência ventilatória para um mesmo gasto energético.

Alguns estudos analisaram o comportamento dessas variáveis e demonstraram aumento do pico de Consumo de Oxigênio (VO₂), Volume Mínuto (VM) e Equivalente Respiratório (VE/VCO₂) quando realizado exercícios respiratórios controlados^{19,20}. Entretanto estes estudos utilizaram associação de outras técnicas utilizadas na fisioterapia respiratória aos exercícios respiratórios, não refletindo os parâmetros exclusivamente dos exercícios como neste estudo.

A geração de força muscular respiratória é dependente da massa celular, do comprimento da fibra, da velocidade de encurtamento do número de unidades contráteis ativas e da frequência de disparo do neurônio motor e da presença ou ausência de fadiga muscular²⁵. Em conjunto, estes componentes estão relacionados como trabalho muscular respiratório, a frequência e a profundidade respiratória²¹ e, por conseguinte são determinantes na realização de exercícios respiratórios.

Os músculos respiratórios necessitam vencer as forças que se opõem à entrada do fluxo aéreo²⁵, negativamente a pressão intratorácica e vencendo a resistência do tecido pulmonar²⁶ para assim, permitir uma maior mobilização de ar. Essa energia despendida pode ser traduzida pelos valores de VO_2 e VCO_2 . Em indivíduos saudáveis a respiração de repouso requer menos do que 5% do total de VO_2 gasto nesta função, no entanto em indivíduos com comprometimento das funções respiratórias essa porcentagem pode ser maior, como no caso de indivíduos enfisematosos que este valor chega a 63% e é atribuído ao aumento da resistência das vias aéreas²⁹. Portanto, o aumento do trabalho muscular respiratório seja em indivíduos saudáveis ou não, leva a um aumento no consumo de O_2 , o que também foi observado durante a execução dos diferentes exercícios respiratórios em nosso estudo com indivíduos saudáveis.

Os exercícios AM, IT e LP promoveram um menor gasto energético, no entanto, também apresentaram uma menor mobilização de ar. Esses exercícios compartilham o objetivo de alcançar a capacidade pulmonar total e apresentam pausas inspiratórias até o alcance da capacidade pulmonar total. Entretanto, a ocorrência e execução das pausas diferem para cada exercício. Para a realização dos três exercícios a fibra muscular parte inicialmente de uma mesma posição de alongamento, garantindo maior eficiência muscular, no entanto, devido a presença das pausas pós inspiratórias, a cada novo ciclo inspiratório o músculo parte de uma posição de menor alongamento o que reduz a eficiência muscular³¹ e, poderia explicar, ao menos em parte o menor volume de ar mobilizado durante a execução destes exercícios. Já a ausência de aumento de gasto energético e de volume de ar mobilizado durante a execução do AM pode estar associado diretamente a dinâmica do exercício, uma vez que para a realização do mesmo ocorre uma pausa pós inspiratória total que facilita as trocas gasosas porém não incentiva a mobilização de ar.

O exercício IM também atinge a CPT no entanto, apresenta comportamento diferente dos três exercícios supracitados²⁰. Esse exercício por sua vez, levou a um maior gasto energético para uma maior mobilização de ar. Uma das possíveis razões

para isso, esta relacionada a contração muscular única, linear e não interrompida que propicia ao músculo uma posição de alongamento que segundo a Lei de Laplace permitirá uma maior geração de força³², Esta explanação também pode ser aplicada aos exercícios DVR, SI e RA que também atingem a CPT e assim como tem maior consumo energético proporcionam uma maior mobilização de ar que o LP, IT ou AM. Já a maior produção de CO₂ que seguiu o mesmo comportamento da produção de O₂, esta relacionado pelo importante incremento do VE encontrado nos exercícios, exceto LP, IT e AM, que tiveram esse incremento de VE reduzidos. Fisiologicamente, durante a execução dos exercícios respiratórios o acréscimo de VCO₂ esta relacionado ao incremento de VE³³. Em exercícios físicos, essas variáveis aumentam linearmente com sua intensidade, entretanto ao atingir níveis máximos de intensidade ocorre o aumento da concentração de lactato na corrente sanguínea, gerando um acréscimo desproporcional do VE e VCO₂³⁵, no entanto os exercícios respiratórios são esforços classificados de submáximos o que pode estar relacionado ao aumento proporcional dessas variáveis.

Neste estudo temos dois exercícios que não atingem a CPT, o DF e o CB que também conseguem mobilizar maior volume de ar apesar de um maior gasto energético. O exercício DF embora seja efetuado com inspirações a 70% da CPT³², são desenvolvidos com estímulo a contração diafragmática e por conseguinte permitem melhor contração muscular alongamento da fibra muscular. Os exercícios DF e CB apresentam maior gasto energético que o LP, sendo que DF também apresenta maior gasto energético que o AM. Para o exercício DF, pode ser justificado pela maior utilização do diafragma, que em uma respiração de repouso se desloca cerca de 1 cm e em uma inspiração forçada pode se deslocar até mesmo 10 cm fazendo maior utilização das fibras musculares do tipo I que são fibras de resistência, e possuem maior numero de capilares sanguíneos, consumindo assim mais O₂ quando ativadas³⁴. É possível que os exercícios LP, AM e IT recrutem maior número de fibras do tipo II que necessitam de mais potencia e tem um numero menor de capilares sanguíneos, fazendo assim um menor consumo de O₂, podendo fadigar mais rápido³⁴.

O exercício CB por sua vez, recebe um estímulo proprioceptivo nas bases pulmonares, onde é realizada uma compressão torácica no período expiratório e em um terço da inspiração e então a compressão é retirada¹. Isso reflete em uma maior ativação dos músculos intercostais podendo ser a causa de um maior gasto energético, no entanto pela ativação do gradil costal permite mobilização de maior volume de ar. Este estímulo

realizado, pela ativação muscular além de estar relacionado ao aumento de força momentânea, o que por sua vez pode relacionar-se como aumento no PFE encontrado.

As variáveis metabólicas VE/VO_2 e a VE/VCO_2 , se referem ao equivalente respiratório de oxigênio e do gás carbônico respectivamente. Elas elucidam o volume ventilatório por minuto necessário para consumir determinado volume de oxigênio ou produzir determinado volume de gás carbônico³³. Nossos dados não demonstram valores diferentes entre VE/VO_2 e VE/VCO_2 quando comparados repouso a realização dos exercícios respiratórios, exceto pelo exercício CB na sua terceira série e no exercício IT na sua segunda série. Na comparação entre os exercícios, também não foi observado diferenças. Porém quando comparado os repouso, a maioria dos exercícios apresentou um aumento nas relações tanto de VE/VO_2 quanto de VE/VCO_2 , hipotetiza-se que no repouso a ventilação seja aumentada após o exercício, porém como há um menor gasto energético, a relação entre as duas variáveis aumenta, principalmente quando se trata dos Rep2 e 3 comparado ao Rep1.

Conclusão

Em suma, dos exercícios respiratórios avaliados, o AM, IT e LP apresentam um menor gasto energético, porém também mobilizam um menor volume de ar, nos fazendo acreditar que sua aplicação pode ser realizada em pacientes mais debilitados. Do ponto de vista de consumo energético vs eficiência ventilatória os exercícios DF, CB, AM, SI, RA e DVR apresentam uma melhor relação entre o gasto energético e a otimização da ventilação. A realização desses exercícios ainda que promova aumento do consumo de energia leva a um importante incremento ventilatório, objetivo principal dos exercícios respiratórios, podendo dessa forma, ser executados por indivíduos que tenham condições de despenderem maior energia, para atingirem um benefício maior. Assim, essas variáveis metabólicas e ventilatórias podem ser utilizadas para a escolha e utilização desses exercícios na prática clínica do Fisioterapeuta.

Referências

1. Gava, M. V. e Picanço, P. S. A. Fisioterapia pneumológica – manuais de fisioterapia. Barueri, SP: Manole, 2007

2. Britto RR, Brant TCS, Parreira VF. Recursos manuais e instrumentais em Fisioterapia Respiratória. Editora Manole, 2009
3. Gastaldi AC, Magalhães CMB, Baraúma MA, Silva EMC, Souza HCD. Benefícios da cinesioterapia respiratória no pós-operatório de colecistectomia laparoscópica. Rev. Bras. Fisioter, São Carlos, 2008 mar./abr, 12(2): 100-6.
4. Grams ST, Ono LM, Marcos A, Noronha MA, Schivinski CL, Paulin E. Breathing exercises in upper abdominal surgery: a systematic review and meta-analysis. Rev. Bras. Fisioter. 2012 Sept./Oct; 16 (5): 345-53.
5. Chuter TAM, Weissman C, Mathews DM, Starker PM. Diaphragmatic Breathing Maneuvers and Movement of the Diaphragm After Cholecystectomy*. Chest 1990, 97:1110-14.
6. Gosselink R. Physical therapy in adults with respiratory disorders: where are we? Rev. bras. Fisioter. 2006 out/dez; 10(4): 361-372.
7. Tomich GM, França DC, Diniz MTC, Britto RR, Sampaio RF, Parreira VF. Efeitos de exercícios respiratórios sobre o padrão respiratório e movimento toracoabdominal após gastroplastia. J BrasPneumol. 2010;36(2):197-204.
8. Jardim JR, Mayer AF, Camelier A. Músculos respiratorios y enrehabilitación pulmonar asmáticos. ArchBronconeumol. 2002; 38:. 181-8.
9. Borge CR, Hagen KB, Mengshoel AM, Omenaas E, Moum T, Wahl AK. Effects of controlled breathing exercises and respiratory muscle training in people with chronic obstructive pulmonary disease: results from evaluating the quality of evidence in systematic reviews. *BMC Pulmonary Medicine* 2014, 14:184
10. Westerdahl E, Lindimark B, Eriksson T, Friberg O, Hedenstierna G, Tenling A. Deep-breathing exercises reduce atelectasis and improve pulmonary function after coronary artery bypass surgery. *Chest*. 2005 Nov;128(5):3482-8.
11. Ribeiro S, Gastaldi AC, Fernandes C. *Efeito da cinesioterapia respiratória em pacientes submetidos à cirurgia abdominal alta*. 6(2):166-169, 2008.
12. Sarmiento, G. J. V. *Fisioterapia respiratória no paciente crítico: rotinas clínicas*. 3ªed. Barueri, SP: Manole, 2010

13. Mancini DM, Henson D, Manca JL, Donchez L, Levine S. Benefit of selective respiratory muscle training on exercise capacity in patients with chronic congestive heart failure. *Circulation* 91 (1995), pp. 320–329.
14. Brash BB, Chao RP, Sgroi VL, Ashbum WL, Moser KM. Xenon washout patterns during diaphragmatic breathing. Studies in normal subjects and patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Chest*, 1977 jun; 71(6): 735-739.
15. Galvan, CCR; Cataneo, A JM. Effect of respiratory muscle training on pulmonary function in preoperative preparation of tobacco smokers. *Acta Cirúrgica Brasileira, São Paulo*, v. 22, n. 2, p.98-104, jan. 2007.
16. De Sant'anna M JR, Eboli LC, Silva JG, Dos Santos AG, Lourenço M, Moreno AM, et al. Resting metabolic rate analysis in chronic hemiparesis patients. *Neurol Int.* 2014 Nov 14;6(4):5442. doi: 10.4081/ni.2014.5442. eCollection 2014.
17. Casan P, Villafranca CC, Kearon C, Campbell EJM, Killian KJ. Contribution of respirator muscle oxygen consumption to breathing limitation and dyspnea. *Can Respir J.* 1997;4:101–107.
18. Jones AYM, Dean E, Chow CCS. Comparison of the Oxygen Cost of Breathing Exercises and Spontaneous Breathing in Patients With Stable Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *PHYS THER.* 2003; 83:424-431.
19. Tiep BL, Burns M, Kao D, Madinson R, Herrera J. Pursed lips breathing training using ear oximetry. *Chest*, 1986 aug; 90(2): 218-221, 1986.
20. Feltrim MIZ, Jardim JRB. Movimento toracoabdominal e exercícios respiratórios: revisão da literatura. *Rev. fisioter. Univ. São Paulo*; 11(2): 1051113-2004.
21. Cuello GA, Masciantonio L, Cuello AF. Patrones respiratórios en distintas afecciones. *Corde.* 1982;3:48-60.
22. Bernadi L, Spadacini G, Bellwon J, Hajric R, Roskamm H, Frey AW. Effect of breathing rate on oxygen saturation and exercise performance in chronic heart failure. *Lancet*, 351 (9112) (1998), pp. 1308 1311.
23. Pereira, C.A.C., Sato, T. e Rodrigues, S.C. Novos valores de referência de espirometria forçada em brasileiros adultos de raça branca. *J Bras Pneumol.* 2007;33(4):397-406

24. Colman, M.L. e Beraldo, P.C. Estudo das variações de pressão inspiratória máxima em tetraplégicos, tratados por meio de incentivador respiratório em regime ambulatorial. *Fisioter. Mov.* v.23, n.3, p.439-449; jun/set 2010
25. Emmerich JC, *Monitorização respiratória: fundamentos*. Rio de Janeiro: Revinter; 1996
26. Rodrigues K JR, Dos Santos CG, Alberton CL, Follmer B, Krause M, Oliveira AR. Oxygen consumption and heart rate responses to isolated ballet exercise sets. *J Dance Med Sci.* 2014;18(3):99-105. doi: 10.12678/1089-313X.18.3.99.
27. Cherniack RM. The oxygen consumption and efficiency of the respiratory muscles in health and emphysema. *J Clin Invest.* 1959;38: 494–499.
28. Cain, C.C. and Otis, A.B. Some physiological effects resulting from added resistance to respiration. *J. Aviat. Med.* 1949; 20: 149
29. Millie-Emili, G. and Petot, J.M. Mechanical efficiency of breathing. *J appl. Physiol.* 1960; 15: 359
30. Sarmiento, G. J. V. *Fisioterapia respiratória no paciente crítico: rotinas clínicas*. 3. ed.rev e ampl. – Barueri, SP: Manole, 2010.
31. Gauthier AP, Verbanck S, Estenne M, Segebarth C, Macklem PT, Paiva M. Three-dimensional reconstruction of the in vivo human diaphragm shape at different lung volumes. *J ApplPhysiol* (1985). 1994 Feb;76(2):495-506.
32. Paiva M, Verbanck S, Estenne M, Poncelet B, SegenarthC, Macklem PT. Mechanical implications of in vivo human diaphragm shape. *J ApplPhysiol* (1985). 1992 Apr;72(4):1407-12.
33. Yazbek JR P, Carvalho RT, Sabbag LMS, Battistella LR. ERGOESPIROMETRIA. Teste de Esforço Cardiopulmonar, Metodologia e Interpretação. *ArqBrasCardiol* volume 71, (nº 5), 1998.
34. Cunha, C. S.; Santana, E. R. M. e Fortes, R, A. Técnicas de fortalecimento da musculatura respiratória auxiliando o desmame do paciente em ventilação mecânica invasiva. *Cadernos UniFOA*, edição nº 6, abril 2006.
35. Ribeiro JP. Limiares metabólicos e ventilatórios durante o exercício. Aspectos fisiológicos e metodológicos. *Arq. bras. cardiol*;64(2):171-181, Fev. 1995

LEGENDAS

Figura 1. A: Consumo de oxigênio (VO_2 - ml/Kg/m) nos exercícios respiratórios: Diafragmático (DF), Inspiração Máxima (IM), Desde o Volume Residual (DVR), Inspiração em Tempos (IT), Apnéia Máxima (AM), Suspiros Respiratórios (SR), Respiração Abreviada (RA) Costal Basal (CB) e Lapena (LP) e no repouso das três séries de exercício (Rep1, Rep2 e Rep3). * $P < 0.05$ vs Rep de cada série de exercício. B: Delta entre consumo de oxigênio de repouso e exercício: ^a $P < 0.05$ vs LP, [#] $P < 0.05$ vs IT, [°] $P < 0.05$ vs AM (ANOVA 1 via).

Figura 2.A: Produção de gás carbônico (VCO_2 – ml/kg/m) nos exercícios respiratórios: Diafragmático (DF), Inspiração Máxima (IM), Desde o Volume Residual (DVR), Inspiração em Tempos (IT), Apnéia Máxima (AM), Suspiros Respiratórios (SR), Respiração Abreviada (RA) Costal Basal (CB) e Lapena (LP) e no repouso das três séries de exercício (Rep1, Rep2 e Rep3). * $P < 0.05$ vs Rep de cada série de exercício. B: Delta entre a produção de gás carbônico de repouso e exercício: ^a $P < 0.05$ vs LP, [#] $P < 0.05$ vs IT, [°] $P < 0.05$ vs AM, [‡] $P < 0.05$ vs SI, [&] $P < 0.05$ vs RA [§] $P < 0.05$ vs CB (ANOVA 1 via).

Figura 3. A: Volume minuto (VE – L/min) nos exercícios respiratórios: IT Inspiração em Diafragmático (DF), Inspiração Máxima (IM), Desde o Volume Residual (DVR), Inspiração em Tempos (IT), Apnéia Máxima (AM), Suspiros Respiratórios (SR), Respiração Abreviada (RA) Costal Basal (CB) e Lapena (LP) e no repouso das três séries de exercício (Rep1, Rep2 e Rep3). * $P < 0.05$ vs Rep de cada série de exercício. B: Delta entre volume minuto de repouso e exercício: ^a $P < 0.05$ vs LP, [#] $P < 0.05$ vs IT, [°] $P < 0.05$ vs AM (ANOVA 1 via).

Figura 4. A: Equivalente respiratório de oxigênio (VE/VO_2) nos exercícios respiratórios: IT Inspiração em Diafragmático (DF), Inspiração Máxima (IM), Desde o Volume Residual (DVR), Inspiração em Tempos (IT), Apnéia Máxima (AM), Suspiros Respiratórios (SR), Respiração Abreviada (RA) Costal Basal (CB) e Lapena (LP) e no repouso das três séries de exercício (Rep1, Rep2 e Rep3). * $P < 0.05$ vs Rep1. [#] $P < 0.05$ vs Rep2. [&] $P < 0.05$ vs Rep3. ^a $P < 0.05$ vs DVR1. [°] $P < 0.05$ vs RA1. [‡] $P < 0.05$ vs CB1. B: Delta ente equivalente respiratório de oxigênio de repouso e exercício.

Tabela 1. Comportamento das variáveis cardiovasculares e respiratórias durante realização dos exercícios respiratórios.

Variáveis	DF			DVR			IM		
	PRÉ	1'	10'	PRÉ	1'	10'	PRÉ	1'	10'
FC (bpm)	82,6 ± 3	85,3 ± 2,7	82,9 ± 3,3	81,9 ± 3,9	80,6 ± 3,9	82,3 ± 3,3	78,8 ± 3,2	80,4 ± 2,8	79,4 ± 2,3
SpO ₂ (%)	98,4 ± 0,2	98,0 ± 0,4	98,0 ± 0,3	98,1 ± 0,3	97,8 ± 0,3	97,6 ± 0,2 *	98,4 ± 0,2	98,4 ± 0,3	98,4 ± 0,2
PAS (mmHg)	120,7 ± 4,4	123,1 ± 4,0	118,9 ± 3,2	127,8 ± 2,8	118,4 ± 4,9	119,8 ± 3,5	122,8 ± 4,1	121,8 ± 4,9	120,4 ± 2,6
PAD (mmHg)	75,1 ± 2,7	81,8 ± 4	80,8 ± 3,7	76,2 ± 1,9	77,6 ± 2,5	79,0 ± 2,7	78,1 ± 3,6	75,8 ± 2,6	77,0 ± 2,3
CVL (L/min)	4,3 ± 0,5	4,5 ± 0,4	4,5 ± 0,4	4,4 ± 0,4	4,6 ± 0,4	4,5 ± 0,4	4,3 ± 0,5	4,6 ± 0,6	4,4 ± 0,5
PFE (L/min)	478 ± 47,5	502 ± 52,3	513 ± 56,1	502 ± 51,3	515 ± 51,5	507 ± 50,7	476 ± 49,1	489 ± 47,9	489 ± 46,6

Variáveis	IT			AM			SI		
	PRÉ	1'	10'	PRÉ	1'	10'	PRÉ	1'	10'
FC (bpm)	78,2 ± 3,6	79,7 ± 3,4	80,8 ± 4,5	84,7 ± 3,5	81,9 ± 2,8	81,1 ± 2,3	77,1 ± 4,7	80,6 ± 3,4	79,6 ± 4,8
SpO ₂ (%)	98,3 ± 0,1	97,4 ± 0,3	97,9 ± 0,2	97,9 ± 0,2	96,5 ± 0,9	98,0 ± 0,2	98,4 ± 0,1	98,3 ± 0,1	98,0 ± 0,2
PAS(mmHg)	125,7 ± 4,1	118,2 ± 3,1	122,0 ± 4,1	121,3 ± 3,2	116,6 ± 3,3	119,6 ± 4,1	111,0 ± 11,6	118,1 ± 5,9	117,8 ± 4,2
PAD(mmHg)	76,6 ± 6,0	74,8 ± 2,3	76,6 ± 9,1	79,7 ± 2,3	77,9 ± 1,9	80,5 ± 2,5	78,2 ± 1,7	75,3 ± 2,6	79,2 ± 2,3
CVL(L/min)	4,5 ± 0,3	4,6 ± 0,4	4,6 ± 0,3	4,5 ± 0,3	4,8 ± 0,3	4,6 ± 0,4	4,1 ± 0,4	4,4 ± 0,4	4,3 ± 0,4
PFE (L/min)	480 ± 45,9	492 ± 44,5	500 ± 46,6	509 ± 49,8	520 ± 48,8	514 ± 51,7	472 ± 47,0	473 ± 45,6	467 ± 46,9

Variáveis	RA			CB			LP		
	PRÉ	1'	10'	PRÉ	1'	10'	PRÉ	1'	10'
FC (bpm)	74,3 ± 2,6	73,6 ± 2,9	75,6 ± 3,1	79,3 ± 3,7	81,9 ± 3,3	77,9 ± 3,6	75,8 ± 3,2	78,9 ± 4,1	79,1 ± 3,3
SpO ₂ (%)	98,5 ± 0,2	98,2 ± 0,3	98,3 ± 0,2	98,2 ± 0,2	98,1 ± 0,2	98,2 ± 0,2	98,4 ± 0,1	97,6 ± 0,4	97,9 ± 0,2
PAS(mmHg)	120,2 ± 4,2	116,1 ± 3,4	114,8 ± 3,1	123,7 ± 3,8	119,2 ± 4,2	124,8 ± 4,2	120,7 ± 2,1	118,2 ± 3,8	120,0 ± 3,4
PAD(mmHg)	76,2 ± 1,9	76,7 ± 9,1	79,9 ± 3,8	76,0 ± 2,4	80,2 ± 2,8	80,5 ± 2,0	76,80 ± 2,9	73,4 ± 3,9	78,2 ± 3,0
CVL (L/min)	4,2 ± 0,4	4,3 ± 0,4	4,3 ± 0,4	4,5 ± 0,4	4,6 ± 0,4	4,7 ± 0,4	4,3 ± 0,3	4,4 ± 0,3	4,0 ± 0,4
PFE (L/min)	465 ± 48,7	472 ± 50,9	473 ± 50,7	501 ± 53,5	527 ± 51,8	544 ± 57,9 *	511 ± 52,8	518 ± 51,6	514 ± 50,3

DF: Diafragmático; DVR: Desde o Volume Residual; IM: Inspiração Máxima; IT: Inspiração em Tempos; AM: Apnéia Máxima; SI: Suspiros Inspiratórios; RA: Respiração Abreviada; CB: Costal Basal; LP: Lapena; Dados expressos em média ± EPM. *P<0.05vs PRÉ (ANOVA I via)

FIGURA 1

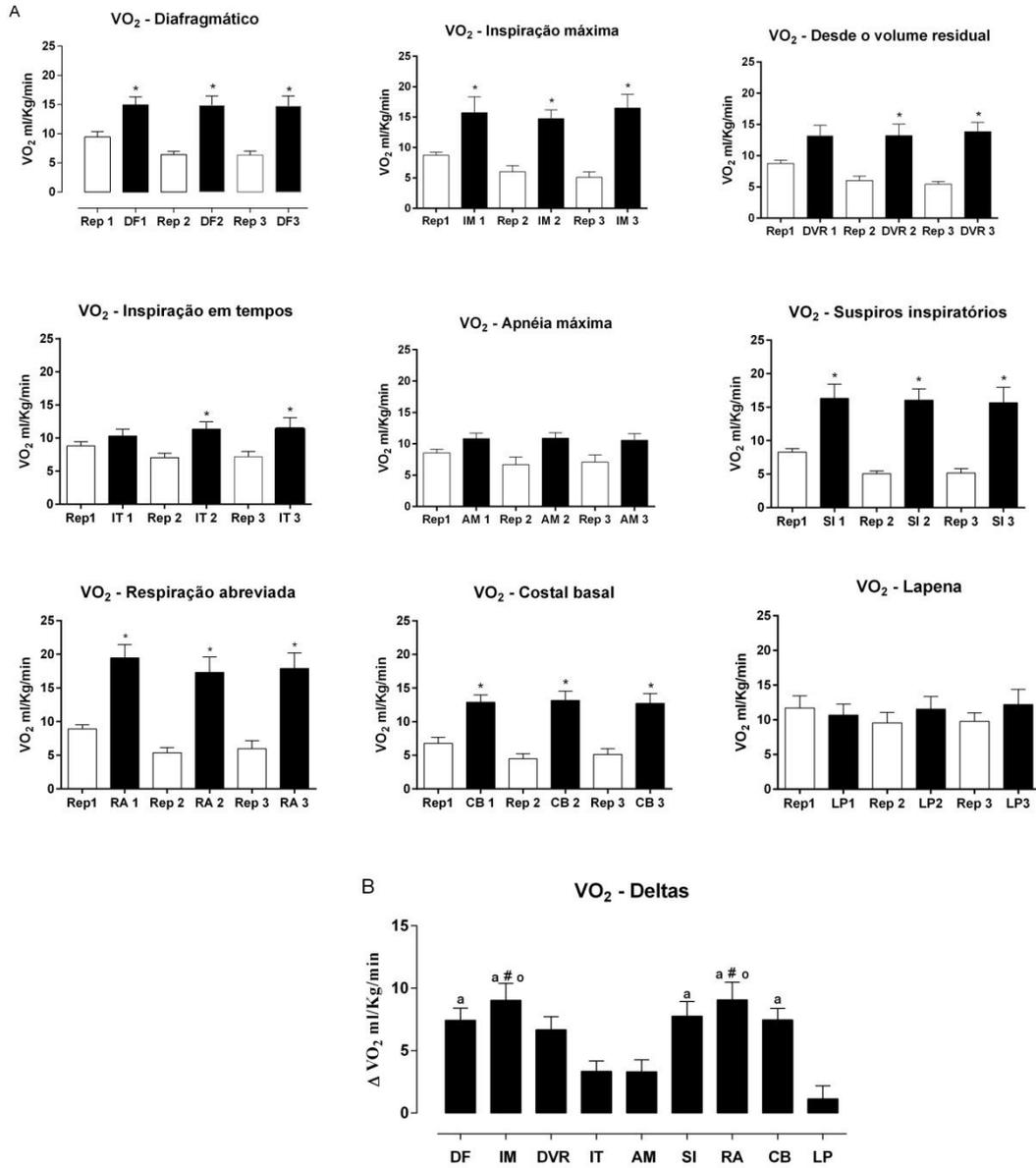


FIGURA 2

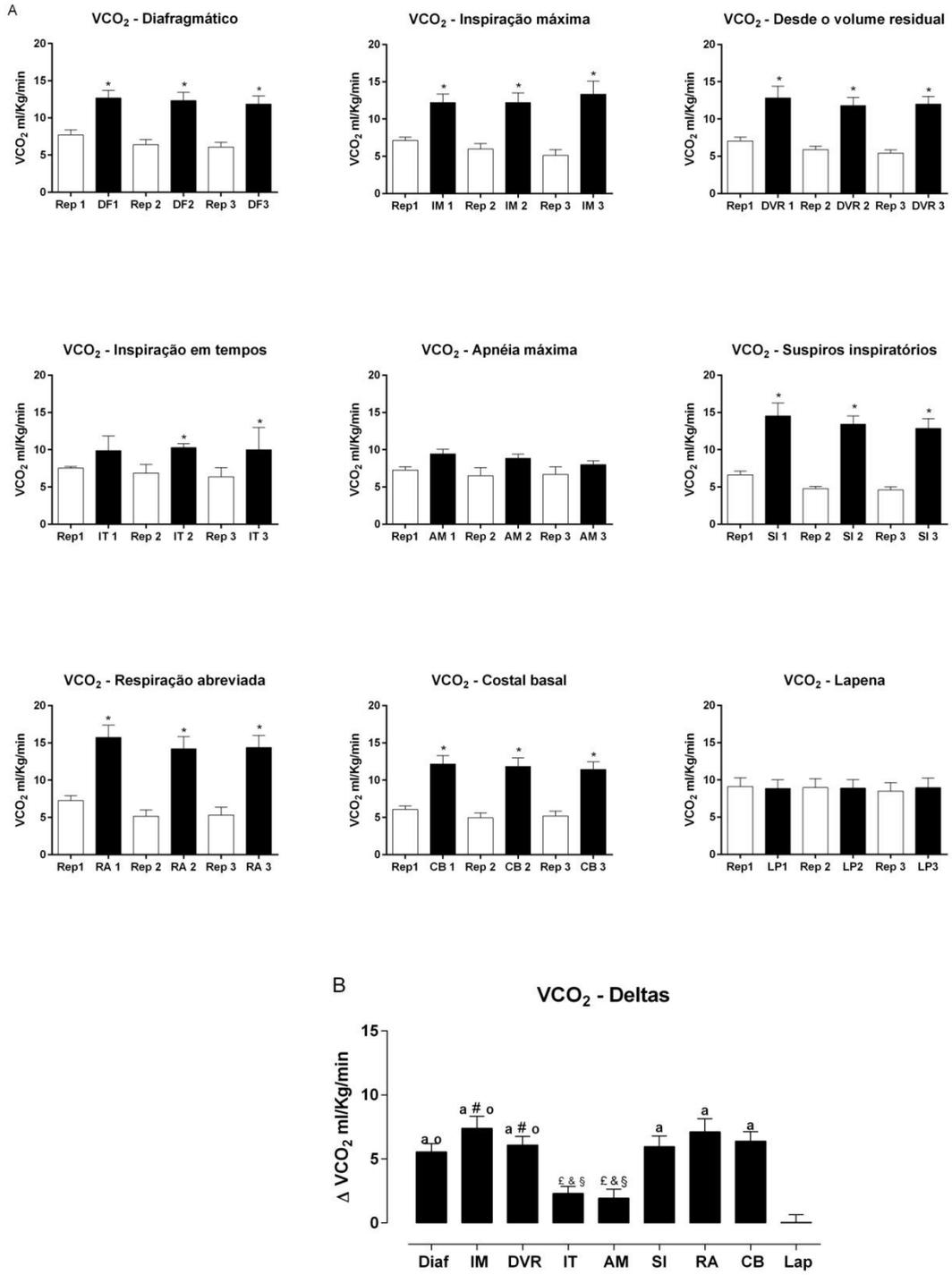


FIGURA 3

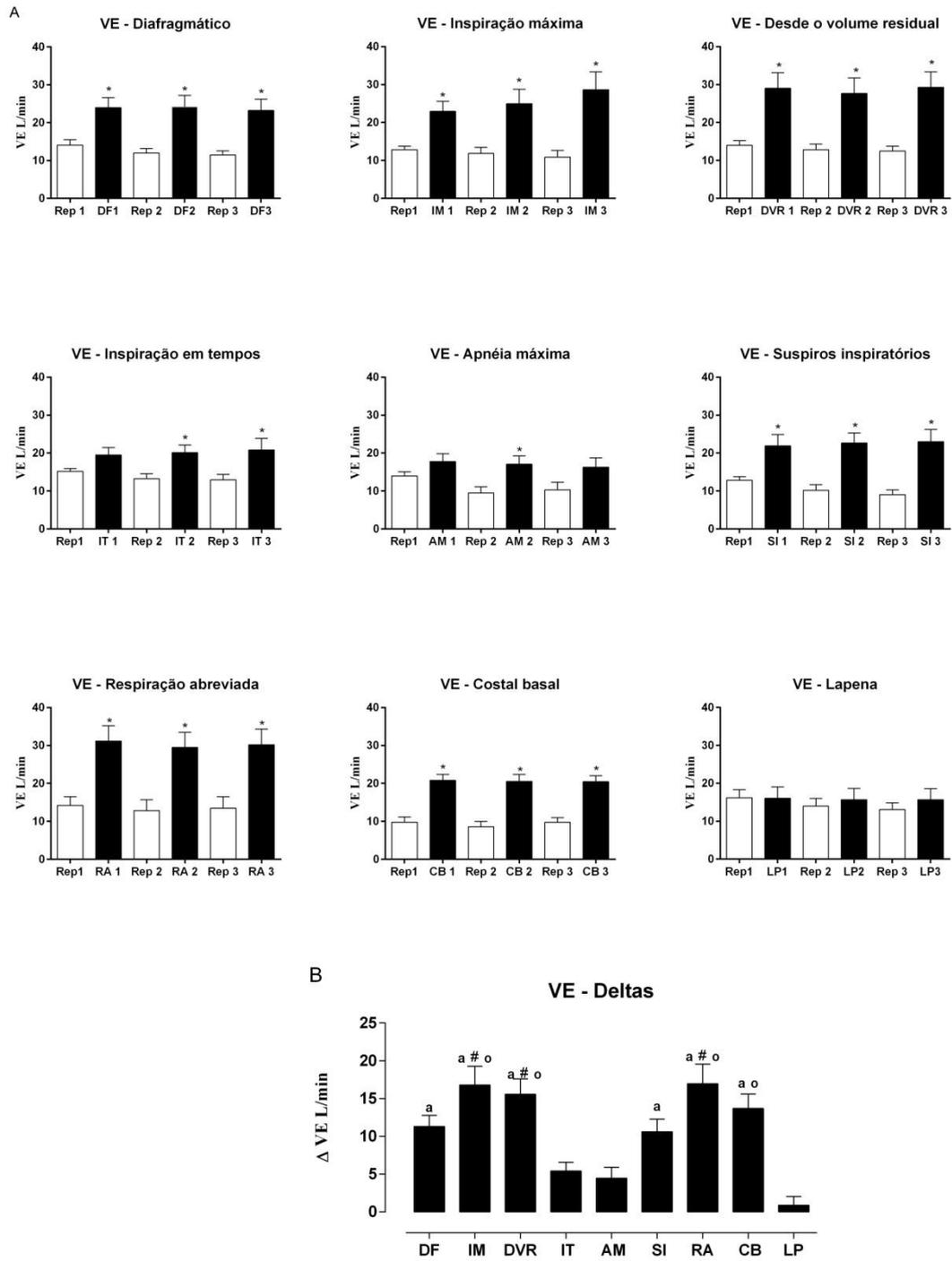
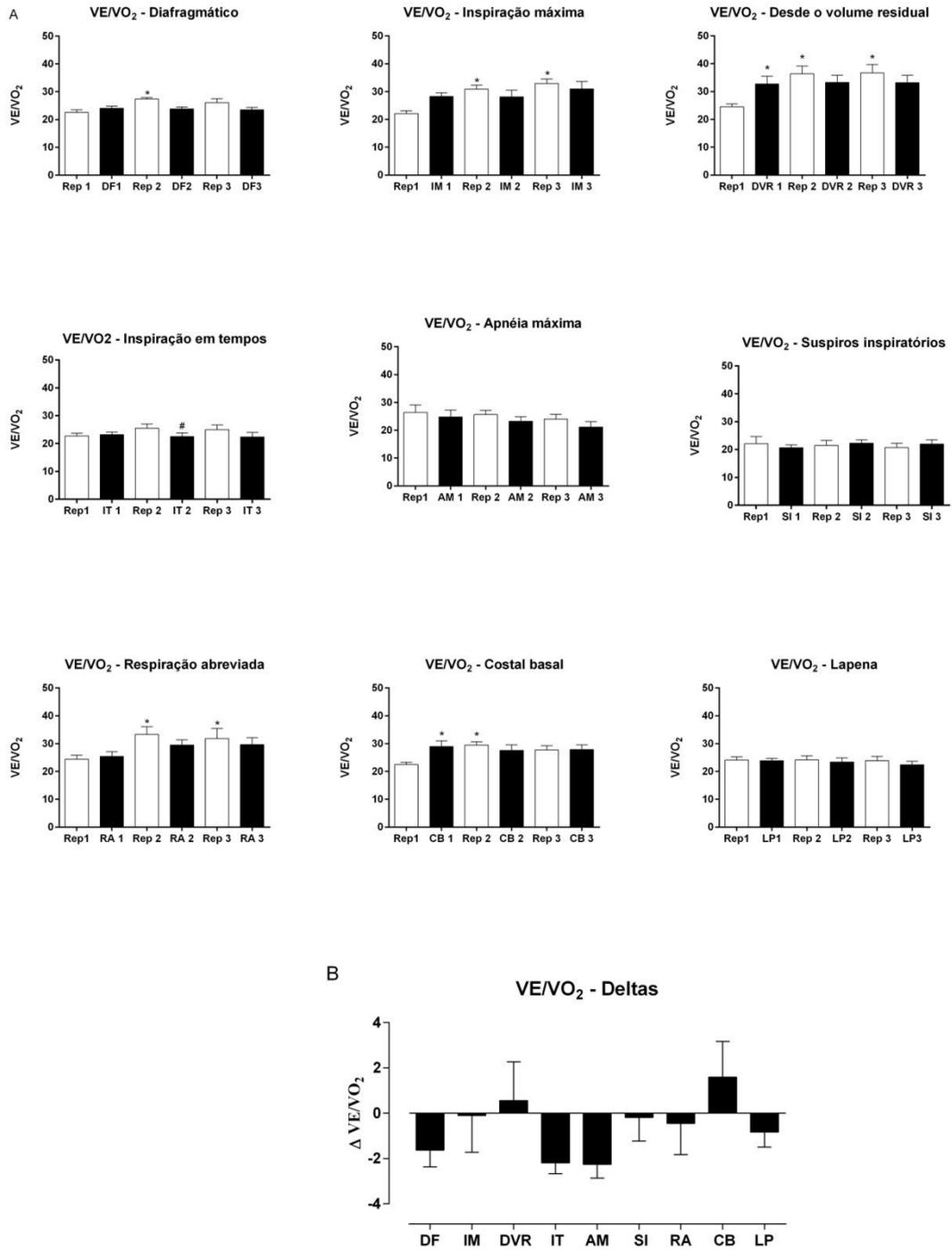


FIGURA 4



Forma e apresentação do manuscrito

BrazilianJournalofPhysicalTherapy (BJPT)

O BJPT considera a submissão de manuscritos com até 3.500 palavras (excluindo-se página de título, resumo, referências, tabelas, figuras e legendas). Informações contidas em anexo(s) serão computadas no número de palavras permitidas.

O manuscrito deve ser escrito preferencialmente em inglês. Quando a qualidade da redação em inglês comprometer a análise e avaliação do conteúdo do manuscrito, os autores serão informados.

Recomenda-se que os manuscritos submetidos em inglês venham acompanhados de certificação de revisão por serviço profissional *deediting and proofreading*. Tal certificação deverá ser anexada à submissão. Sugerimos os seguintes serviços abaixo, não excluindo outros:

- *American Journal Experts;*
- *Scribendi;*
- *Nature Publishing Groups Language Editing.*

Antes do corpo do texto do manuscrito deve-se incluir uma página de título e identificação, palavras-chave e o *abstract*/resumo. No final do manuscrito inserir as referências, tabelas, figuras e anexos.

Título e identificação

O título do manuscrito não deve ultrapassar 25 palavras e deve apresentar o máximo de informações sobre o trabalho. Preferencialmente, os termos utilizados no título não devem constar na lista de palavras-chave.

A página de identificação do manuscrito deve conter os seguintes dados:

Título completo e título resumido com até 45 caracteres, para fins de legenda nas páginas impressas;

Autores: nome e sobrenome de cada autor em letras maiúsculas, sem titulação, seguidos por número sobrescrito (expoente), identificando a afiliação institucional/vínculo (unidade/instituição/cidade/estado/país). Para mais de um autor, separar por vírgula;

Autor de correspondência: indicar o nome, endereço completo, e-mail e telefone do autor de correspondência, o qual está autorizado a aprovar as revisões editoriais e complementar demais informações necessárias ao processo;

Palavras-chaves: termos de indexação ou palavras-chave (máximo seis) em português e em inglês.

Abstract/Resumo

Uma exposição concisa, que não exceda 250 palavras em um único parágrafo, em português (Resumo) e em inglês (*Abstract*), deve ser escrita e colocada logo após a página de título. Referências, notas de rodapé e abreviações não definidas não devem ser usadas no Resumo/*Abstract*. O Resumo e o *Abstract* devem ser apresentados em formato estruturado.

Introdução

Deve-se informar sobre o objeto investigado devidamente problematizado, explicitar as relações com outros estudos da área e apresentar justificativa que sustente a necessidade do desenvolvimento do estudo, além de especificar o(s) objetivo(s) do estudo e hipótese(s), caso se aplique.

Método

Descrição clara e detalhada dos participantes do estudo, dos procedimentos de coleta, transformação/redução e análise dos dados de forma a possibilitar reprodutibilidade do estudo. O processo de seleção e alocação dos participantes do estudo deverá estar organizado em fluxograma, contendo o número de participantes em cada etapa, bem como as características principais.

Quando pertinente ao tipo de estudo deve-se apresentar cálculo que justifique adequadamente o tamanho do grupo amostral utilizado no estudo para investigação do(s) efeito(s). Todas as informações necessárias para estimativa e justificativa do tamanho amostral utilizado no estudo devem constar no texto de forma clara.

Resultados

Devem ser apresentados de forma breve e concisa. Resultados pertinentes devem ser reportados utilizando texto e/ou tabelas e/ou figuras. Não se devem duplicar os dados constantes em tabelas e figuras no texto do manuscrito.

Discussão

O objetivo da discussão é interpretar os resultados e relacioná-los aos conhecimentos já existentes e disponíveis na literatura, principalmente àqueles que foram indicados na Introdução. Novas descobertas devem ser enfatizadas com a devida cautela. Os dados apresentados nos métodos e/ou nos resultados não devem ser repetidos. Limitações do estudo, implicações e aplicação clínica para as áreas de Fisioterapia e Reabilitação deverão ser explicitadas.

Referências

O número recomendado é de 30 referências, exceto para estudos de revisão da literatura. Deve-se evitar que sejam utilizadas referências que não sejam acessíveis internacionalmente, como teses e monografias, resultados e trabalhos não publicados e comunicação pessoal. As referências devem ser organizadas em sequência numérica de acordo com a ordem em que forem mencionadas pela primeira vez no texto, seguindo os Requisitos Uniformizados para Manuscritos Submetidos a Jornais Biomédicos,

elaborados pelo [Comitê Internacional de Editores de Revistas Médicas – ICMJE](#).

Os títulos de periódicos devem ser escritos de forma abreviada, de acordo com a [ListofJournals do Index Medicus](#). As citações das referências devem ser mencionadas no texto em números sobrescritos (expoente), sem datas. A exatidão das informações das referências constantes no manuscrito e sua correta citação no texto são de responsabilidade do(s) autor(es).

Exemplos: http://www.nlm.nih.gov/bsd/uniform_requirements.html.

Tabelas, Figuras e Anexos.

As tabelas e figuras são limitadas a cinco (5) no total. Os anexos serão computados no número de palavras permitidas no manuscrito. Em caso de tabelas, figuras e anexos já publicados, os autores deverão apresentar documento de permissão assinado pelo autor ou editores no momento da submissão.

Para artigos submetidos em língua portuguesa, a(s) versão (ões) em inglês da(s) tabela(s), figura(s) e anexo(s) e suas respectivas legendas deverão ser anexados no sistema como documento suplementar.

-Tabelas: devem incluir apenas os dados imprescindíveis, evitando-se tabelas muito longas (máximo permitido: uma página, tamanho A4, em espaçamento duplo), devem ser numeradas, consecutivamente, com algarismos arábicos e apresentadas no final do texto. Não se recomendam tabelas pequenas que possam ser descritas no texto. Alguns resultados simples são mais bem apresentados em uma frase e não em uma tabela.

-Figuras: devem ser citadas e numeradas, consecutivamente, em arábico, na ordem em que aparecem no texto. Informações constantes nas figuras não devem repetir dados descritos em tabela(s) ou no texto do manuscrito. O título e a(s) legenda(s) devem tornar as tabelas e figuras compreensíveis, sem necessidade de consulta ao texto. Todas as legendas devem ser digitadas em espaço duplo, e todos os símbolos e abreviações devem ser explicados. Letras em caixa-alta (A, B, C, etc.) devem ser usadas para identificar as partes individuais de figuras múltiplas.

Se possível, todos os símbolos devem aparecer nas legendas; entretanto, símbolos para identificação de curvas em um gráfico podem ser incluídos no corpo de uma figura, desde que não dificulte a análise dos dados. As figuras coloridas serão publicadas apenas na versão online. Em relação à arte final, todas as figuras devem estar em **alta resolução ou em sua versão original**. Figuras de baixa qualidade não serão aceitas e podem resultar em atrasos no processo de revisão e publicação.

-Agradecimentos: devem incluir declarações de contribuições importantes, especificando sua natureza. Os autores são responsáveis pela obtenção da autorização das pessoas/instituições nomeadas nos agradecimentos.

