

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO *STRICTU-SENSU* EM
EDUCAÇÃO FÍSICA**

**EFEITO AGUDO DO EXERCÍCIO RESISTIDO SUPERSÉRIE
NAS RESPOSTAS CARDIORRESPIRATÓRIAS E
METABÓLICAS DE JOVENS ATIVOS**

Lourenzo Martins de Brito

**BRASÍLIA
2011**

EFEITO AGUDO DO EXERCÍCIO RESISTIDO SUPERSÉRIE NAS RESPOSTAS CARDIORRESPIRATÓRIAS E METABÓLICAS DE JOVENS ATIVOS

Lourenzo Martins de Brito

DISSERTAÇÃO APRESENTADA À FACULDADE DE
EDUCAÇÃO FÍSICA DA UNIVERSIDADE DE
BRASÍLIA (UNB), COMO PARTE DOS REQUISITOS
PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM
EDUCAÇÃO FÍSICA.

ORIENTADOR: DR. GÉRSO CIPRIANO JR.

**BRASÍLIA
2011**

LOURENZO MARTINS DE BRITO

EFEITO AGUDO DO EXERCÍCIO RESISTIDO SUPERSÉRIE NAS RESPOSTAS
CARDIORRESPIRATÓRIAS E METABÓLICAS DE JOVENS ATIVOS

Dissertação apresentada à Faculdade de
Educação Física da Universidade de Brasília
para obtenção do título de Mestre em
Educação Física.

Aprovado em:

Banca Examinadora

Prof. Dr. Gerson Cipriano Júnior (Orientador/Presidente)
FEF/UnB

Profa. Dr. Martin Francisco Bottaro (Membro Interno)
FEF/UnB

Profa. Dr. Otávio Nóbrega (Membro Externo)
FS/UnB

Prof. Dra. Graziella França B. Cipriano (Suplente)
UniEuro (DF)

DEDICATÓRIA

Aos meus familiares, amigos e professores, por acreditarem em mim, mesmo quando as circunstâncias apresentavam-se contrárias, mantiveram a fé e acreditaram.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por ter permitido que, em meio a caminhos tortuosos e com inúmeras decepções e conquistas, eu chegasse até aqui; destino que escolhi e caminho que fui levado a trilhar acompanhado por pessoas que foram verdadeiros anjos enviados por Deus para me apoiar e me conduzir ao sucesso.

Após dois anos dessa longa trajetória, o meu único desejo era o de desistir. Muitos torciam por isso, mas segui em frente amparado pela paciência, amizade, companheirismo, entendimento e sabedoria de um verdadeiro pai que não permite que seu filho vá por caminhos errados. A você professor Gérson, meus eternos agradecimentos, por várias vezes, até mesmo de um modo duro e proferindo palavras esmagadoras, ter sido o único a dar-me coragem para concluir a caminhada.

Aos alunos de iniciação científica João Paulo Cardoso e Bianca Lima (UniCeub), Ana Paula Xavier, Milene Soares Lima e Tarcila Gualberto (FCE – UnB) e futuros mestrandos Vinicius Carolino (UCB) e Elayne por terem me ajudado na durante os estágios. A vocês, Vinicius Maldaner e Alexandra Sanches, pela paciência, amizade, determinação e principalmente por acreditarem no sonho do projeto inicial e por dedicarem suas horas livres para a coleta de dados. Muito obrigado ao IC-DF por ter permitido que pudéssemos utilizar o laboratório do Instituto do Coração, com toda sua equipe, suporte técnico, etc., para que a segurança de cada paciente fosse preservada.

Aos Professores, meus mestres, exemplos de profissionais de sucesso. Ao Dr Gaspar Chiappa por ter sido meu co-orientador, ao Dr Otávio Nóbrega pela dedicação e paciência desde o início do projeto e autorização para que eu utilizasse o seu laboratório em outra instituição e ao Professor Dr. Martin Bottaro pelo consentimento para utilização do laboratório de força da FEF/UnB o qual também, com seu vasto conhecimento, possibilitou que meu projeto se tornasse viável e executável.

À Sra Alba Valéria, secretária do Mestrado, uma verdadeira amiga. Por várias vezes, ela puxou – me a orelha, mas também por inúmeras vezes, abraçou-me e pediu que eu tivesse calma, paciência e sabedoria.

À Professora e amiga Joana D'Arc, por ter corrigido e orientado meu projeto para a realização da seleção do mestrado e por ser sempre uma grande amiga, presente e incentivadora nas horas mais difíceis.

Aos meus tios Sebastião e Zilda que foram meu porto seguro ao longo dessa jornada. Receberam-me como filho, me acolheram e me ajudaram a entender muitas coisas, dentre elas, a importância de se estar sempre em família. À tia Zilda que, além de uma mãe, é uma amiga, companheira, parceira de cinema, compras, passeios, e confidências, etc. Amo vocês. Obrigado por terem aberto a casa de vocês para que eu pudesse nela permanecer.

Aos meus primos Raphael, Leandro, Zilse, Gardenia e Luciana, que permitiram que eu fosse o filho caçula, por me ajudarem nos momentos em que eu pensava que seria impossível atingir o alvo. Ao meu eterno professor, exemplo de profissional e meu grande amigo Jairo Teixeira Jr. e sua esposa minha amiga e doutora Cristina Gomes Teixeira, por estarem sempre dispostos a me ajudar, por acreditarem em meu crescimento, e que eu poderei um dia alçar voos maiores.

À minha amiga, irmã e companheira, Patrícia Mota. Sonhamos juntos e finalmente estamos aqui. Chegamos onde queríamos, mas hoje queremos mais, e pode ter certeza que iremos conseguir.

A inesquecível Grassyara Tolentino, obrigado por tudo, por ser minha companheira no Messenger às 4h da manhã, por pedir socorro para suas aulas de anatomia, por ler minha revisão, meus artigos, meus trabalhos, sempre em nossas longas madrugadas juntos.

À Luciana Oliveira, mais famosa como Lubaiucha, minha ilustre cidadã ilheense, guerreira, batalhadora, sonhadora, cantora, professora, amiga e principalmente minha irmã, meu xodó, minha nêga. Parabéns Lu, por acreditar em você, por mostrar a todos que quem luta e persevera sempre alcança. Amo você.

À Dra Georgia D'Oliveira, que foi e será sempre a fonte da minha inspiração, com sua voz suave, seu jeito delicado, sua inteligência aflorada e sua determinação. Sou grato pela sua orientação, ajuda e auxílio em minha trajetória profissional, por ter saído algumas vezes de Brasília para ir à minha casa aos domingos para me ensinar neuroanatomia. Agradeço a ela por escolher-me como o professor que iria

substituí-la na universidade, enquanto estivesse de licença maternidade e depois para assumir suas turmas durante a sua mudança para os Estados Unidos.

Aos meus amigos, Leonardo Quariguasy, Juliano Ferreira, Augusto, Rafael Silva, Flávio Yoshikawa, Carlos Naves, Luciano e Cristiano Rodrigues, Elzira Freitas, Jean Carlo, Isadora Hajjar, Fernanda Morais e em especial Samuel Gemus, Daniel Monteiro, Daniela Roriz, Marlon e Mayra, Daniel Fortes e Carolina e meus primos Priscila Rezende e Augusto, por estarem sempre dispostos a me ajudar, por não terem permitido que em nenhum momento de intensa tribulação eu estivesse sozinho, por serem sempre meus grandes amigos, amigos de fé irmãos camaradas, de tantos caminhos e inúmeras batalhas. Obrigado por tudo.

À Faculdade Anhanguera de Anápolis, por ter permitido que eu, após um ano e meio retomasse às minhas atividades, assumisse meu lugar enquanto Professor da instituição, especialmente a coordenação de Biomedicina, à Professora Msc. Jaqueline Bento Pacheco, por ter acreditado em minha volta.

E, especialmente à minha mãe, a mulher mais forte, mais bonita, mais inteligente, mais determinada, a guerreira que sempre esteve ao meu lado. Por pior que fosse o momento, lá estava ela. Às vezes, sem dizer uma palavra, mas com seu jeito e seu olhar revelador, ensina a mim e a todos ao seu redor que nunca se deve trocar o certo pelo duvidoso, que sonhos nem sempre são realidade e que na vida, embora não pareça, o ser vale muito mais do que o ter. Amo você.

EPÍGRAFE

“Um dia, eu senti um desejo profundo de me aventurar nesse Mundo, pra ver onde o Mundo vai dar... Vareei Cordilheira, Geleira e Deserto, no Mundo, pra mim ficou perto e a Terra parou de rodar... Agora aprendi porque o Mundo dá volta, quanto mais a gente se solta, mas fica no mesmo lugar...”
(Vicente Barreto / Paulo César Pinheiro – Banda Trupe).

LISTA DE TABELAS

TABELA -1 Caracterização da Amostra

LISTA DE FIGURAS

- FIGURA – 1 Dinamômetro Isocinético
- FIGURA – 2 Computador integrado ao Dinamômetro Isocinético
- FIGURA – 3 Avaliação metodologia SUPER membro inferior
- FIGURA – 4 Encorajamento Verbal – Metodologia SUPER
- FIGURA – 5 Avaliação da força muscular de membro Inferior
- FIGURA – 6 Avaliação do delta de frequência cardíaca
- FIGURA – 7 Comportamento da frequência cardíaca de recuperação
- FIGURA – 8 Avaliação da pressão arterial
- FIGURA – 9 Avaliação do comportamento metabólico
- FIGURA – 10 Avaliação do consumo energético

LISTA DE SIGLAS, ABREVIACOES E SÍMBOLOS

AF	Atividade Física
ACSM	American College os Sport Medicine
BPM	Batimentos por minuto
CFM	Comportamento da Força Muscular
CM	Comoportamento Metabólico
CR	Comportamento Cardiorrespiratório
DAC	Doença Arterial Coronariana
DP	Duplo Produto
EE	Consumo Energético
ER	Exercício Resistido
F	Fadiga
FCE	Faculdade Ceilândia
FC	Frequência Cardíaca
FEF	Faculdade de Educação Física
FM	Faculdade de Medicina
HPE	Hipotensão Pós-exercício
IC-DF	Instituto de Cardiologia do Distrito Federal
IMC	ndice de Massa Corporal
IPAQ	Internacional Physical Activity Questionnaire
J	Joule
ME	Músculo Esquelético
MER	Metodologia de Exercício Resistido
MMII	Membro Inferior
N	Newton
N/m	Newton por minuto
NAF	Nível de Atividade Física
PA	Pressão Arterial
PAS	Pressão Arterial Sistólica
PAD	Pressão Arterial Diastólica
PT	Pico de Torque

SUPER	Exercício Resistido Supersérie
T	Trabalho
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TR	Treinamento Resistido
TRAD	Exercício Resistido Tradicional
TRADext	Exercício Resistido Tradicional componente extensor
TRADflex	Exercício Resistido Tradicional componente flexor
UnB	Universidade de Brasília
UCB	Universidade Católica de Brasília
UniCeub	Centro Universitário de Brasília
VO ₂	Volume de Oxigênio inspirado
VCO ₂	Volume de Gás Carbônico expirado
VE	Ventilação Pulmonar
W	Watts
ΔFC	Delta Frequência Cardíaca
M±DP	Média e Desvio Padrão

RESUMO

A prescrição do exercício resistido (ER) pode envolver a manipulação de diferentes variáveis, dentre elas, a sequência de ativação dos músculos que, quando realizada de forma alternativa, como, por exemplo, a supersérie (SUPER) no comportamento muscular (CFM), cardiovascular (CR) e metabólico (CM), parece ainda controverso na literatura científica. Objetivo: Avaliar as respostas agudas do sistema CR e CM frente ao ER na metodologia SUPER em jovens saudáveis. Metodologia: 10 homens fisicamente ativos com média de idade entre $22,6 \pm 4,0$ anos, foram avaliados no IC - DF através de teste ergoespirométrico (E_e) em protocolo de Rampa com registro eletrocardiográfico. Foram submetidos e avaliados frente a duas metodologias de ER; tradicional (TRAD) e SUPER; utilizando dinamômetro isocinético (DI) à $60^\circ/s$, durante 3 séries de 10 repetições. O CR foi avaliado a partir da monitoração da frequência cardíaca (FC) e pressão arterial (PA). O CM a partir de monitoração e do cálculo do Gasto Energético (EE), e a CFM DI. Para análise dos dados utilizou-se ANOVA com um e dois fatores, com pós-teste de Bonferroni e Tukey, considerando significativo $p < 0,05$. Resultados: Dentre as variáveis para a avaliação do CFM verificamos que o pico de torque (PT) foi maior na SUPER que na TRAD, apenas na 1ª série da flexão (134 ± 20 e $117 \pm 9,03$ N/m) $p < 0,05$. No CR observou-se maior variação da FC na TRAD em comparação à SUPER ($72,66 \pm 13,08$ e $52,11 \pm 17,25$ bpm) $p < 0,001$ para o movimento extensão, também apenas na 1ª série, não sendo significativo para a flexão em nenhuma das séries. Já a PA diastólica apresentou maior elevação para a extensão na TRAD e SUPER ($14,67 \pm 8,20$ e $15,33 \pm 7,69$ mmHg) em comparação com a flexão TRAD ($7,44 \pm 4,55$ mmHg) $p < 0,001$. Para CM não se verificou diferenças para as variáveis ergoespirométricas diretas, mas apenas para o EE calculado, sendo este, menor apenas no início do ER (1ª e 2ª séries) na metodologia SUPER ($61,98 \pm 16,13$ e $38,29 \pm 59,70$) em relação à TRAD ($169,17 \pm 72,72$ e $96,44 \pm 13,26$) na extensão. Conclusão: A metodologia SUPER promove maior facilitação neuroproprioceptiva em relação à TRAD nas séries iniciais, pois é quando apresenta maior PT, associado a uma menor variação da FC e EE. O maior estresse CR para o movimento de extensão corrobora a hipótese de que a este esteja associado à quantidade de músculos envolvidos no movimento. Palavras Chave: Exercício, Contração Muscular, Dinamômetro da Força Muscular.

ABSTRACT

The prescription of resisted exercise (ER) may involve the manipulation of different variables among which the muscle's activation sequence that once done by an alternative form, as, for example, the superseries (SUPER) in the muscular behavior (CFM), cardiovascular (CR) and metabolic (CM), still seems controversial in scientific literature. Objective: To evaluate the acute responses of the CR and CM systems as to the ER in the SUPER methodology in healthy teenagers. Methodology: 10 physically active males aging from $22.6 \pm 4,0$ were evaluated on the IC – DF through ergoespirometric (Ee) in Ramp protocol with electrocardiographic registration. They were submitted and evaluated as to two ER methodologies; traditional (TRAD) and SUPER; using isokinetic dynamometer (DI) at 60o/s, during 3 series of 10 repetitions. The CR was evaluated through cardiac frequency (FC) monitoring and arterial pressure (PA). The CM through the Ee monitoring and with the calculation of the Energy Expenditure (EE), and the CFM DI. For the data analyses ANOVA was used with one and two factors, with a Bonferroni and Tukey posttests, considering a significant $p < 0.05$. Results: Amongst the variable for the evaluation of the CFM we verified that the peak torque (PT) was superior in the SUPER than in the TRAD, only in the 1st series of flexion (134 ± 20 and 117 ± 9.03 N/m) $p < 0.05$. In the CR it was observed greater variation to the FC in the TRAD in comparison to SUPER (72.66 ± 13.08 and 52.11 ± 17.25 bpm) $p < 0.001$ for the extension movement, also only on the 1st series, not being significant for flexing in any of the series. As to the diastolic PA it presented higher elevation for the extension in the TRAD and SUPER (14.67 ± 8.20 and 15.33 ± 7.69 mmHg) in comparison to the TRAD flexing (7.44 ± 4.55 mmHg) $p < 0.001$. For the CM no differences were verified for the direct ergoespirometric, but only for the EE calculation, which is lower only in the beginning of the ER (1st and 2nd series) in the SUPER methodology (61.98 ± 16.13 and 38.29 ± 59.70) in relation to the TRAD (169.17 ± 72.72 and 96.44 ± 13.26) in the extension. Conclusion: The SUPER methodology promotes greater neuroproprioceptive facilitation in relation to TRAD in the initial series, for that is when it presents greater PT, associated to a lower variation of FC and EE. The greatest CR stress for the extension movement corroborates the hypothesis that the quantity of muscles involved in movement is associated to this.

Key Words: Exercise, Muscular Control, Dynamometer of Muscular Force.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	17
2 OBJETIVOS	19
2.2 Objetivo Geral	19
2.2 Objetivos Específicos	19
3 REVISÃO DE LITERATURA	20
3.1 Treinamento Resistido e Prescrição de Exercício Resistido	20
3.2 Metodologia de Aplicação de Exercício Resistido	21
3.3 Ajustes Crônicos no organismo frente ao Exercício Resistido	22
3.4 Ajustes Agudos Cardiovasculares no organismo frente ao Exercício Resistido	23
3.5 Ajustes Agudos Metabólicos no organismo frente ao Exercício Resistido	26
3.6 Dinamometria Isocinética	27
3.7 Ergoespirometria	30
3.7.1 Consumo de Oxigênio	31
3.7.2 Ventilação Pulmonar	31
3.7.3 Produção Dióxido de Carbono	32
4 MATERIAIS E MÉTODOS	33
4.1 Delineamento do Estudo	33
4.2 População	33
4.3 Amostra	33
4.3.1 Critérios de Inclusão	33
4.3.2 Critérios de Exclusão	34
4.4 Instrumentalização	34
4.4.1 Avaliação Clínica Padronizada	35
4.4.2 Avaliação da Força Muscular Isocinética	36
4.4.3 Avaliação Cardiovascular	36
4.4.4 Avaliação Metabólica e Consumo Energético	36
4.5 Procedimentos	37
4.5.1 Procedimentos para Avaliação Clínica Inicial	37

4.5.2 Procedimentos para Avaliação da Força Muscular Isocinética	39
4.5.3 Procedimentos para Avaliação Cardiovascular e Metabólica no Dinamômetro Isocinético	42
5 TRATAMENTO ESTATÍSTICO	42
6 RESULTADOS	43
6.1 Caracterização da Amostra	43
6.2 Comportamento da Força Muscular	44
6.3 Comportamento Cardiovascular	46
6.4 Comportamento Metabólico	48
7 DISCUSSÃO	51
8 CONCLUSÃO	56
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	57
ANEXO	63
ANEXO A Questionário Internacional de Atividade Física	64
APÊNDICE	65
APENDICE A Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	66
APENDICE B Anamnese	72

1 INTRODUÇÃO

Segundo Hakkinen; Komi (1981) o exercício resistido (ER) é um método eficaz para o desenvolvimento da força, resistência e da potência muscular, que promove melhora da função musculoesquelética (ME), melhora a qualidade de vida, redução da morbimortalidade e do número de internações hospitalares (AMERICAN COLLEGE OF SPORT MEDICINE (ACMS), 2007). Além disso, o ER tem sido atualmente recomendado junto aos programas de atividade física (AF), como medida terapêutica importante na melhora da capacidade cardiorrespiratória, habitualmente limitadas em decorrência do sedentarismo (WILLIAMS et al., 2007; ACSM, 2007; AHA, 2007; FLECK; KRAMER, 2006; KRAEMER, 2002; FLETCHER et al., 1995).

Até meados da década de 90, o treinamento resistido (TR) possuía vários sinônimos como “treinamento de força com pesos, contrarresistência” ou “musculação” e não estava presente nas diretrizes internacionais destinadas à área da saúde. No entanto, nos últimos anos, essa modalidade de exercício tornou-se conhecida como uma possível estratégia de prevenção primária e secundária nas diferentes cardiopatias (BRAITH; STWART, 2006; SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA, 2005).

Nos últimos anos, diversas pesquisas têm sugerido que o ER apresenta efeitos favoráveis em vários aspectos da saúde, como aumento de força e resistência muscular, incremento na tolerância do exercício, atenuação das respostas cardiovasculares ao esforço, entre outros (MAIOR, 2009).

O ER pode ser realizado em diversas formas, modificando a forma de ativação da musculatura agonista ou antagonista ao movimento solicitado (HASSANI et al., 2006). Dentre os métodos de ER utilizados na prática, utiliza-se principalmente a metodologia de exercício resistido tradicional (TRAD) que consiste na realização de um conjunto de repetições do mesmo grupamento muscular com um intervalo de recuperação adequado entre as séries e séries de exercício. Outras metodologias também são utilizadas, dentre elas a metodologia denominada supersérie (SUPER) caracterizada como um dos métodos de treinamento mais efetivos no aumento da

força muscular, potência e adaptações positivas na composição corporal (FLECK; KRAEMER, 2006; BAKER; NEWTON, 2005; JEON et al., 2001), e que consiste na realização de séries alternadas de dois grupos musculares antagônicos, com um curto intervalo de repouso entre cada série dos músculos antagônicos (KELLEHER et al., 2010)

Entretanto, como a modalidade supersérie (SUPER) pode incorporar exercícios de diferentes grupamentos musculares antagonistas e agonistas com um intervalo de descanso mais curto do que o comumente empregado no TRAD, essa parece levar o músculo à fadiga mais precocemente (KELLEHER et al., 2010). Além disso, como se sabe, o exercício de força pode provocar aumentos significativos de frequência cardíaca (FC) e pressão arterial (PA), frente às demandas metabólicas pela compressão vascular ocasionada pelo exercício (BENN; MCCARTNEY; MCKELVIE, 2003).

Outro aspecto avaliado em alguns estudos é o consumo metabólico, o qual parece ser diferente quando se compara o treinamento resistido TRAD com o SUPER (KELLEHER et al., 2010). As adaptações agudas durante o ER vêm sendo foco de vários estudos para um melhor entendimento da sobrecarga cardiorrespiratória (CR) (POLITO et al., 2004) e metabólica imposta ao exercício, como o consumo energético (EE).

Estudos apontam que o ER pode aumentar o EE, favorecendo o aumento da massa magra e a diminuição do percentual de gordura. Keller et al., (2010) aplicaram de forma crônica a metodologia SUPER em jovens adultos observou-se que esta metodologia promove maior consumo energético que a metodologia TRAD.

A importância do estudo das metodologias diferenciadas de exercício resistido se dá pela possibilidade do aperfeiçoamento dos programas de treinamento resistido através da análise do consumo de oxigênio (VO_2) e do gás carbônico (VCO_2) produzido, demonstra a integridade dos sistemas, bem como, seus ajustes durante a realização de um exercício (UMPIERRE; STEIN, 2007).

Diversos estudos (MAZZETT et al., 2007; PHILLIPS, ZIURAITIS, 2003; WILMORE et al., 1978) mensuraram o EE durante o ER, porém a sua influência no comportamento cariorrespiratório e metabólico de forma aguda ainda é pouco evidenciada na literatura.

Desta forma, o presente estudo se justifica no sentido de trazer contribuições relativas ao melhor método de treinamento de ER, possibilitando identificar se o treinamento resistido na metodologia SUPER, apresenta melhores respostas cardiorrespiratórias e metabólicas.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Avaliar as respostas agudas no sistema cardiorrespiratório e metabólico de jovens ativos, frente ao exercício resistido em metodologia supersérie.

2.2 Objetivos Específicos

- Avaliar as respostas agudas nas variáveis representativas e associadas a força muscular de jovens ativos, frente ao exercício resistido em metodologia supersérie;
- Avaliar as respostas agudas nas variáveis representativas e associadas no desempenho cardiovascular de jovens ativos, frente ao exercício resistido em metodologia supersérie;
- Avaliar as respostas agudas nas variáveis representativas e associadas ao desempenho metabólico de jovens ativos frente ao exercício resistido em metodologia supersérie.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Treinamento e Prescrição de Exercício Resistido

De acordo com Fleck; Kraemer (2006) o exercício resistido (ER) é uma das formas mais populares de exercício, sendo, utilizado com o intuito de melhorar a aptidão e o condicionamento físico, além de ser recomendado por várias organizações como meio para promover a saúde (ACSM, 2007; KRAEMER et al., 2002; FLETCHER et al., 1995). Programas de ER podem ser delineados para provocar diferentes adaptações, e estudos prévios apontam para benefícios que podem variar desde a melhora no desempenho motor, ganhos de força aumento da resistência muscular à fadiga, diminuição da gordura corporal, aumento do desempenho em atividades desportivas (NOGUEIRA et al., 2009; ACSM, 2007; RAHIMI, 2005; WILLARDSON; BURKETT, 2005; MICHAUT et al., 2004; KRAEMER et al., 2002); e melhoras na resposta cardiovascular (JAE et al., 2008; WILLIAMS et al., 2007; CARTER; BANISTER; BLABER, 2003) e musculoesquelética (ME), habitualmente limitadas em decorrência do sedentarismo (WILLIAMS et al., 2007).

As respostas ao treinamento resistido estão relacionadas à prescrição. Dentre as variáveis que podem interferir na prescrição como a intensidade, a duração, o intervalo entre as séries, a velocidade de execução e o tempo de recuperação do exercício resistido são fatores que afetam a quantidade total de energia despendida durante o exercício, sendo que, o volume é a variável que causa maior impacto sobre o gasto energético no momento de execução da atividade e a intensidade é a variável de maior impacto sobre o excesso de consumo de oxigênio pós-exercício (EPOC), ou seja, sobre o período de recuperação do exercício (MEIRELES, GOMES, 2004).

O tipo de metodologia de aplicação, que por sua vez, ainda apresenta alguns questionamentos e resistência relacionados às respostas agudas e segurança (BRUM et al., 2004).

A execução das séries de exercícios resistidos pode ter como metodologia de aplicação a sobrecarga intercalada aos músculos agonistas e antagonistas, ou concentrada primariamente em um deles, e estas também podem influenciar na qualidade da resposta e, portanto, depender de adaptações CR, vasculares e ME diferentes (FLECK; KRAMER, 2006; BAKER; NEWTON, 2005). Além disso, a utilização de séries múltiplas durante a execução dos exercícios resistidos tem demonstrado superioridade em relação à série simples para ganho de força muscular, devido principalmente ao volume de trabalho durante diversas séries (FLECK, KRAMER, 2006). Para prescrição de ER recomenda-se para indivíduos treinados executarem os protocolos entre 70 e 100% 1RM, entre 03 e 12 repetições, de 04 a 06 dias na semana com tempo de recuperação variando entre 01 e 03 minutos (ACSM, 2002), além disso, a American Heart Association (2007) e ACSM (2000) preconizam que a intensidade do exercício deve apresentar-se entre 65% e 85% do $VO_{2máx}$.

3.2 Metodologias de Aplicação de Exercício Resistido

O treinamento resistido é predominantemente anaeróbico, caracterizado por um gasto menor e mais concentrado de oxigênio, e sua principal característica é a aplicação de uma sobrecarga externa na execução do movimento. Com o treinamento ocorrem adaptações fisiológicas, teciduais, celulares e moleculares, o que tende a promover melhora na saúde do praticante e, portanto, seus benefícios são bem evidenciados quando aplicado com planejamento e orientação (FLECK; KRAMER, 2006; BAKER; NEWTON, 2005). O ER tradicional (TRAD) consiste na realização de um conjunto de repetições do mesmo grupamento muscular com um intervalo de recuperação adequado.

A modalidade SUPER incorpora exercícios de diferentes grupamentos musculares antagonistas e agonistas simultaneamente com um intervalo de descanso mais curto do que o comumente empregado no TRAD (KELLEHER et al., 2010). A Força máxima, potência e adaptações positivas na composição corporal

podem ser alcançadas em maior escala através da utilização da SUPER, comparada ao TRAD. Sendo assim, nem todos os métodos de exercício resistido são capazes de produzir o mesmo gasto energético.

O treinamento SUPER, consiste na realização de séries alternadas de dois grupos musculares antagônicos, com um curto intervalo de repouso entre cada série (KELLEHER et al., 2010), no qual, preconiza efetuar séries de exercícios alternados entre os grupos musculares agonistas e antagonistas de um segmento do corpo, com pouco ou nenhum intervalo entre as séries.

Aumentos significantes na força são atribuídos a este método, que é responsabilizado como um dos treinamentos mais efetivos (FLECK; KRAEMER, 2006). Os sistemas de treinamento que preconizam o uso da SUPER justificam-se devido o fato de que este método proporciona a redução do tempo de duração das sessões de treinamento (CARREGARO, 2010).

3.3 Ajustes Crônicos no organismo frente ao Exercício Resistido

O TR tem sido aceito como componente de programas de saúde e *fitness*, destinados a indivíduos sedentários e ativos como medida terapêutica adjuvante, considerado importante na melhora da capacidade CR e ME, que podem estar limitadas em decorrência das alterações locais e periféricas desencadeadas pelo sedentarismo (BARROS; CESAR; TRAMBEIRO, 1999), além disso, promove o aumento da capacidade de gerar força e atingir melhores níveis de resistência muscular, melhora a capacidade funcional, na independência e na qualidade de vida (UMPIERRE; STEIN, 2007; BARROS; CESAR; TRAMBEIRO, 1999).

Dentre os diversos benefícios do exercício físico resistido, cita-se: aumento da capacidade funcional e oferta miocárdica de oxigênio, maior extração periférica de oxigênio, aumento do volume sistólico e débito cardíaco, melhora da qualidade de vida, sintomas e morbi-mortalidade cardiovasculares (GARG; SORENTINO, 2001).

As adaptações ao exercício resistido de forma crônica é determinada principalmente por fatores neurais e musculares, no início da realização do

programa de exercício, os fatores neuronais tem maior participação nos ganhos de força, por aumento da ativação muscular, devido a uma melhora na sincronização de unidades motoras ativas na contração.

Posteriormente, os fatores musculares se destacam, onde pode se verificar uma hipertrofia dada pelo aumento do tamanho do músculo, aumentando assim, a quantidade de miofibrilas nas fibras musculares. Já a proliferação do tecido conjuntivo (endomísio, perimísio e epimísio) apresenta uma pequena contribuição para o volume muscular, em que a maior hidratação do músculo que está realizando exercício decorre do aumento das reservas de glicogênio, que é recomposto no período de recuperação do exercício, além de subsidiar a melhora da força e do tônus muscular e através de grandes grupos musculares produzirem adaptações cardiovasculares que aumentam a capacidade de produção de força músculo-esquelético prevenindo o desenvolvimento de doenças degenerativas como, por exemplo, a doença arterial coronariana (DAC) (SILVA et al., 2010).

O ER crônico proporciona aumentos significativos de frequência cardíaca e pressão arterial, mediante a resposta adrenérgica, metabólica, e pela compressão vascular ocasionada pelo exercício (BENN; MCCARTNEY; MCKELVIE, 2003; MACDOUGALL et al., 1985).

3.4 Ajustes Agudos Cardiovasculares no organismo frente ao Exercício Resistido

As respostas cardiovasculares agudas sofrem variação em função do tipo, intensidade e duração do exercício (BRUM et al., 2004; FARINATTI; ASSIS, 2000; SBC, 1997). Os ER executados com cargas elevadas apresentam um componente estático considerável (FORJAZ et al., 2003; ARAÚJO, 2001), atenuando o aumento da resistência vascular periférica (BRUM et al., 2004, ARAUJO, 2001; ACSM, 2000). Entretanto, a obstrução do leito vascular promove o acúmulo de metabólitos que liberam os quimiorreceptores musculares (POLITO; NÓBREGA; FARINATTI, 2004; BRUM, et al., 2004), estimula a liberação de catecolaminas pelo sistema nervoso

simpático (BRUM et al., 2004; POLITO; FARINATTI, 2003). Consequentemente ocorre o aumento da FC e, sobretudo, da pressão arterial sistólica (PAS) durante o exercício (POLITO; FARINATTI, 2003; FORJAZ et al., 2003), proporciona-se com que ocorra o aumento do duplo produto (DP), outro importante indicador de estresse cardíaco (ACMS, 2000).

A FC é normalmente utilizada como forma de controlar a intensidade das atividades. É comumente utilizada para inferir de maneira indireta o consumo de oxigênio (VO_2), visto que a relação entre FC e VO_2 é comprovada entre o percentual do consumo de oxigênio máximo ($VO_{2máx}$) com o percentual da frequência cardíaca máxima (FC $máx$) em diferentes tipos de exercícios (VIANNA et al., 2005). A FC é mediada primariamente pela atividade direta do sistema nervoso autônomo (SNA), através dos ramos simpático e parassimpático sobre a autorritmicidade do nódulo sinusal, com predominância da atividade parassimpática em repouso e simpática durante o exercício (ALMEIDA; ARAÚJO, 2003).

Durante o exercício dinâmico, a FC se comporta de maneira ascendente, aumenta este mediado, principalmente, pelo aumento da demanda metabólica, pelo aumento da atividade simpática do coração e pela oclusão dos vasos através da contração muscular (POLITO; FARINATTI, 2006). No início da realização do exercício, a FC aumenta por inibição da atividade vagal, que não só aumenta a contratilidade dos átrios, mas também eleva a velocidade de condução da onda de despolarização dos ventrículos a partir do nódulo atrioventricular. Com o prosseguir do exercício, a FC aumenta novamente pela exacerbação da estimulação adrenérgica no nódulo sinusal, distensão mecânica do átrio e, por conseguinte, do nódulo sinusal em função de maior retorno venoso, além do aumento da temperatura corporal e da acidez sanguínea (ALMEIDA; ARAÚJO, 2003).

A recuperação da FC imediatamente após o exercício é considerada uma função da reativação na modulação da atividade parassimpática e uma redução na modulação da atividade simpática que costuma ocorrer durante os primeiros 30 segundos após o exercício (ANTELMÍ, 2007). Estudos sugerem que indivíduos treinados ou bem condicionados fisicamente possuem FC de repouso mais baixa, sugerindo maior atividade parassimpática, ou menor atividade simpática (ALMEIDA; ARAÚJO, 2003). Uma FC de repouso baixa tende a representar um bom quadro de

saúde, enquanto valores mais altos aparentemente estão relacionados a risco aumentado de mortalidade. Esse fenômeno pode ocorrer ainda em função de outros fatores decorrentes de um programa de treinamento, como o aumento do retorno venoso e do volume sistólico, visto que, com a melhora da função do retorno venoso, ocorre um conseqüente aumento do volume sistólico e a lei de *Frank-Starling* sugere que, quando há aumento no volume de sangue em suas cavidades, o coração aumenta também sua contratilidade. Assim, para manter o débito cardíaco em repouso constante, há diminuição da FC em resposta ao volume sistólico aumentado (VIANNA et al., 2005; ALMEIDA; ARAÚJO, 2003).

Outros fatores que podem provocar aumento da FC, PAS e DP durante os ER são a massa muscular envolvida, padrão respiratório (BAUM; RUTHER; ESSFELD, 2003) e número de séries realizadas (POLITO; FARINATTI, 2003, FORJAZ et al., 2003). No que diz respeito especificamente à massa muscular envolvida, em teoria, exercícios que recrutam pequenos grupos musculares tenderiam a proporcionar menores respostas de PA do que exercícios realizados por grandes grupamentos (D'ASSUNÇÃO et al., 2007).

A pressão arterial (PA) é a variável hemodinâmica referente à pressão exercida pelo fluxo sanguíneo sobre a superfície interna das artérias, decorrente da expulsão sanguínea durante a sístole ventricular (POLITO; FARINATTI, 2003; ASSIS; OLIVEIRA, 2003). Tradicionalmente é referida em milímetros de mercúrio (mmHg) de duas formas principais: pressão arterial sistólica (PAS) e pressão arterial diastólica (PAD), sendo parâmetro fisiológico indispensável na investigação diagnóstica e parte obrigatória do exame clínico (OLIVEIRA, 2003). A PAS, basicamente, representa a pressão sanguínea exercida sobre as paredes internas da artéria, enquanto que a PAD representa a resistência que o vaso exerce contra o fluxo sanguíneo (POLITO, FARINATTI, 2003).

Os mecanismos que norteiam os valores pressóricos corporais estão relacionados a fatores hemodinâmicos, químicos, humorais e neurais (MONTEIRO; FILHO, 2004). Durante o exercício resistido, os valores pressóricos, principalmente da pressão arterial sistólica, comportam-se de forma ascendente (HEFFERNAN et al., 2006; POLITO; FARINATTI, 2006). Esse aumento é mediado, principalmente, pela oclusão dos vasos através da contração muscular, pelo aumento do tônus

simpático, pela manobra de Valsalva, que dificulta o retorno venoso ao aumentar a pressão torácica; e, em alguns casos, pela resposta quimiorreceptora proveniente do acúmulo de metabólitos (POLITO, FARINATTI, 2006; POLITO; FARINATTI, 2003).

Estudos prévios mostram que, após o término de uma sessão de treinamento, a PA pode apresentar reduções abaixo dos valores exibidos na condição pré-esforço, no efeito que se denomina hipotensão pós-exercício (HPE), mais significativa em indivíduos com hipertensão arterial do que em indivíduos hígidos (POLITO; FARINATTI, 2006).

A HPE está relacionada à diminuição no débito cardíaco, que está associada ao decréscimo da frequência cardíaca; à queda resistência vascular sistêmica e, conseqüentemente, na pressão arterial (MONTEIRO, 2004). A HPE pode ser entendida como uma estratégia de ação não farmacológica para a redução da PA, visto que, em longo prazo, essa redução torna-se uma adaptação do organismo (POLITO; FARINATTI, 2006). As reduções nos níveis pressóricos provocadas pelo treinamento resistido podem ser observadas por até 60 minutos após o exercício, principalmente na pressão arterial sistólica, sendo que, quanto maior for o tempo do exercício maior será o efeito hipotensor, sendo que, é importante destacar que se faz necessário maior volume de treinamento para que esse efeito ocorra (MEDIANO et al., 2005). O processo de hipotensão pós-exercício acontece porque a capacidade de distensão das artérias em respostas às diferenças de pressão intravascular, denominada complacência arterial, possibilita a redução de ondulações pressóricas na circulação central, contribuindo ao adequado direcionamento de fluxo (UMPIERRE; STEIN, 2007).

3.5 Ajustes Agudos metabólicos no organismo frente ao Exercício Resistido

Durante o treinamento aeróbio a relação VO_2 e VCO_2 modificam-se quando ocorre o aumento das intensidades especialmente aquelas de alta intensidade, ou seja, aquelas que ultrapassam o limiar anaeróbico, onde, valores alterados quando acima de 50 a 70% da capacidade máxima. O VCO_2 também se relaciona

diretamente com a VE (ventilação) durante o exercício, sendo que nas condições máximas, a VE irá aumentar desproporcionalmente ao VO_2 e isso ocorre porque, com o aumento na intensidade, o lactato é produzido numa taxa maior do que é removido do sangue. Como o lactato deve ser tamponado, esse processo gera uma fonte adicional de CO_2 que, por sua vez, estimula a VE (WASSERMAN et al., 1999; MYER, 1996).

Além dos benefícios produzidos no sistema músculo esquelético, o treinamento com carga, principalmente em indivíduos descondicionados, pode resultar em incrementos no consumo máximo de oxigênio (POLLOCK; WILMORE, 1990), o consumo de VO_2 está diretamente relacionado com a capacidade do organismo em transportar e utilizar o oxigênio para a produção de energia; que em indivíduos saudáveis aumenta linearmente com o trabalho muscular crescente, além de demonstrar a capacidade de aumentar a frequência cardíaca e direcionar o fluxo sanguíneo para os músculos em atividade (REYBROUCK et al., 1983) relacionados diretamente com o consumo energético.

O consumo energético inclui o número total de quilocalorias metabolizado pelo organismo em determinado momento, refletindo o custo de energia ou a intensidade associada a uma determinada atividade física (AMORIN; 2003). Paffenbarger e Lee (1996) relataram que, ao analisarem a relação entre os diferentes níveis de atividade física e as taxas de mortalidade, os indivíduos que realizaram AF com EE mais elevado ao longo da vida apresentaram taxas de mortalidade menores do que aqueles que realizaram atividades menos rigorosas.

3.6 Dinamometria Isocinética

Frequentemente utilizado em ambientes próprios para pesquisa, o dinamômetro isocinético (DI) (FIGURA 1) é utilizado para o estudo da função muscular dinâmica (GAINES, TALBOT, 1999), com validação que o determina como “padrão ouro” por sua confiabilidade nos dados obtidos para avaliação da força muscular (GLEESON, MERCER, 1996). A utilização do DI na realização de

testes monoarticulares, para articulações dos membros apendiculares superiores e inferiores (O'SHEA, 2002; GLEESON, MERCER, 1996). Estes testes fornecem informações sobre a função muscular, tais como torque, trabalho, potência, dentre outras (UGRINOWITSCH et al., 2005), tendo conectado a cadeira isocinética um computador para armazenamento, condução dos testes e leitura dos dados (FIGURA 2).



Figura 1: Dinamômetro Isocinético
Fonte: Arquivo do autor



Figura 2: Computador Integrado
Fonte: Arquivo do autor

A comparação entre a musculatura agonista e antagonista (FIGURA 3) de forma isolada ou não, possibilita comparações entre membros contralaterais (UGRINOWITSCH et al., 2005), assimetrias entre membros e desequilíbrios entre os grupamentos musculares agonistas e antagonistas, além disso, valores de função muscular abaixo dos valores de referência para diversas populações (ABERNETHY, WILSON, LOGAN, 1995) e consideradas como fatores de risco para lesões esportivas pela literatura especializada (DEVAN et al., 2004; DAUT, POTIRON-JOSSE, ROCHCONGAR, 2003).



Figura 3: Avaliação SUPER de membro inferior

Fonte: Arquivo do autor

O DI é constituído por alavancas com eixos que se ajustam aos eixos de cada articulação do joelho testada, no qual, podem-se realizar contrações concêntricas e excêntricas (TERRERI, ANDRUSAITIS, MACEDO, 2004), manter a velocidade angular constante (medida em graus por segundo) durante o movimento, assim, avaliar o segmento em condições dinâmicas (KANNUS, 1994; BALZPOULOS, BRODIE, 1989), além disso, como toda força que é aplicada ao equipamento pela musculatura a ser testada, recebe uma resistência igual e oposta (TERRERI, ANDRUSAITIS, MACEDO, 2004; BALZPOULOS, BRODIE, 1989) e permite a análise do segmento em toda a amplitude de movimento (KANNUS, 1994).

Para a realização dos movimentos no DI podem ser utilizadas várias velocidades angulares entre 30 a 300°/seg. Sendo que, velocidades maiores que 180°/seg. são utilizadas para avaliação da resistência muscular e velocidades

menores que 180°/seg. são utilizadas para avaliação da força muscular (KANNUS, 1994).

Dentre os parâmetros para avaliação da força muscular citam-se os seguintes parâmetros; 1) Pico de Torque, que é o ponto na amplitude de movimento de maior torque (força x distância), medido em Newton/metro (N/m). Os valores de torque serão mais baixos quando as medidas das velocidades forem baixas. 2) Trabalho, energia realizada no esforço muscular durante o movimento, medido em Joules (J). Quanto menores forem as velocidades selecionada para o teste, maior será a quantidade de trabalho realizada. 3) Potência, a medida do trabalho (J) dividido pelo tempo (seg.), apresentado na unidade Watts (W). Quanto maior for a velocidade angular selecionada, maior será a potência medida.

Entretanto, o alto custo para aquisição do dinamômetro isocinético, faz com que o mesmo, ainda seja subutilizado na prática de academias de musculação ou clínicas (D'ALESSANDRO et al., 2005) como método de avaliação.

3.7 Ergoespirometria

Segundo Guimarães et al., (2003) o teste ergométrico se refere a um procedimento não invasivo, que pode conferir informações diagnósticas e prognósticas, com potencial para avaliar a capacidade de cada indivíduo para exercícios dinâmicos. Os aparatos disponíveis para a realização de diferentes testes, que envolvem o esforço físico, apresentam características distintas, podendo variar de sistemas mais simples a equipamentos com elevado grau de sofisticação tecnológica.

Contudo, a ergoespirometria alia-se à interpretação clínica e eletrocardiográfica do teste ergométrico convencional, à análise de variáveis ventilatórias, gases expirados e oximetria (GUIMARÃES, et al., 2003). O teste ergoespirométrico traz na realidade as informações a respeito da integridade de todos os sistemas envolvidos com o transporte de gases, ou seja, não envolve

apenas os ajustes cardiovasculares e respiratórios, mas também, neurológicos, humorais e hematológicos (WASSERMAN, WHIPP, 1975).

À avaliação cardiorrespiratória realizada durante o teste de esforço ergométrico faz-se necessária uma criteriosa avaliação das variáveis ventilatórias e metabólicas envolvidas, fornecidas no tempo determinado de realização do teste ou através de cada movimento respiratório, tendo como os principais parâmetros envolvidos a Ventilação Pulmonar (VE - BTPS l/min), Consumo de Oxigênio (VO_2 ml/kg/min), Produção de Dióxido de Carbono (VCO_2 l/min), Razão de Trocas Gasosas (R), Equivalentes Ventilatórios para o Oxigênio (VEO₂) e Dióxido de Carbono (VECO₂), Pulso de Oxigênio (Pulso de O₂), Relação Espaço Morto Ventilatório - Volume Corrente, Reserva Ventilatória e Relação Consumo de Oxigênio - Carga de Trabalho (WASSERMAN, 1987; PEARCE, et al., 1975; BEAVER, WASSERMAN, WHIPP, 1973).

3.7.1 Consumo de Oxigênio

O Consumo de Oxigênio (VO_2) é uma medida direta da capacidade do organismo em utilizar e transportar o oxigênio para que possa gerar energia; aumenta linearmente com o trabalho muscular crescente, sendo considerado máximo (VO_2 max) quando apresenta uma tendência a se estabilizar com o incremento da carga de exercício (NETO, TEBEXRENI, TAMBEIRO, 2001), variável utilizada para avaliar o desempenho cardiorrespiratório durante a realização do exercício.

3.7.2 Ventilação Pulmonar

Ventilação pulmonar (VE) é o volume de ar que é direcionado para dentro e para fora dos pulmões medido em litros por minuto. Determinado pelo produto da

frequência respiratória e o volume de ar expirado a cada ciclo (volume corrente). O produto da VE pelo oxigênio consumido (diferença entre o conteúdo de oxigênio inspirado e expirado) determina o consumo de oxigênio (VO_2) e a performance ventilatória durante o exercício (NETO, TEBEXRENI, TAMBEIRO, 2001).

3.7.3 Produção de Dióxido de Carbono

O dióxido de carbono produzido pelo organismo (VCO_2) durante o exercício, expresso em litros por minuto, é gerado a partir de duas fontes. A primeira, o CO_2 metabólico, é produzido pelo metabolismo oxidativo e a segunda chamada de CO_2 não metabólico, resulta do tamponamento do lactato, que ocorre em níveis mais elevados de exercício. Felizmente, os principais determinantes da ventilação durante o exercício são essas duas fontes de CO_2 , as quais são refletidas no ar expirado como VCO_2 . Logo, o VCO_2 relaciona-se diretamente com a VE durante o exercício, e o corpo mantém um pH relativamente normal na maioria das condições (NETO, TEBEXRENI, TAMBEIRO, 2001).

O VCO_2 e a VE também se elevam em paralelo ao VO_2 em intensidades de exercício de 50 a 70% do VO_{2max} . Em intensidades acima desses níveis, a VE aumenta desproporcionalmente ao VO_2 e isso ocorre porque, com o aumento na intensidade, o lactato é produzido numa taxa maior do que é removido do sangue. Como o lactato deve ser tamponado, esse processo gera uma fonte adicional de CO_2 que, por sua vez, estimula a ventilação (MYERS, 1996).

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Delineamento do estudo

O presente estudo se caracterizou como Analítico Transversal.

4.2 População

Para a realização da presente pesquisa, um grupo de homens adultos com idade entre 18 e 35 anos, saudáveis e fisicamente ativos, foram pesquisados.

4.3 Amostra

A presente pesquisa contou com a participação de 14 indivíduos do sexo masculino, no qual, 04 sujeitos tiveram mais de 2 faltas consecutivas, excluídos da pesquisa por inviabilizar o estudo, assim, com 10 indivíduos saudáveis, idade média de 22,6 anos. Todos foram considerados fisicamente ativos conforme questionário IPAQ (QIA, 2009). A seleção da amostra do estudo foi realizada por conveniência. Os voluntários foram informados do propósito do estudo e assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (ANEXO A). Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Medicina da Universidade de Brasília (FM/UnB) n. 095/2009.

4.3.1 Critérios de Inclusão

Para inclusão dos voluntários do estudo, estes deveriam ser classificados como fisicamente ativos, serem adultos (idade entre 18 e 35 anos) e do sexo masculino. Apresentar ausência de história atual ou prévia de doença e/ou procedimento cirúrgico nos últimos seis meses que possam interferir nas variáveis analisadas em nosso estudo, ausência de alterações funcionais durante avaliação inicial, como hipertensão, ausculta pulmonar ou cardíaca alterada ou achados na anamnese (ANEXO B) que pudesse interferir na capacidade cardiorrespiratória, ausência de obesidade mórbida ($IMC > 40 \text{ Kg/m}^2$) e ausências de alterações musculoesqueléticas pudessem interferir na capacidade de deambulação.

4.3.2 Critérios de Exclusão de seguimento

Como critérios de exclusão de seguimento, foram adotados critérios que gerassem complicações e impossibilitassem acompanhamento de acordo com a metodologia estabelecida, tais como, não aderência (faltar 2 vezes consecutivas durante a realização do protocolo), resposta clínica alterada durante a realização do protocolo, tais como, cianose, palidez ou dispnéia durante o exercício,

4.4 Instrumentalização

Para avaliar os indivíduos da pesquisa, foi aplicada uma avaliação clínica inicial no Instituto de Cardiologia do Distrito Federal (IC-DF), onde estes responderam à Anamnese (ANEXO A) e Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ) (APÊNDICE B) e termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) (ANEXO A). Nesta avaliação, os indivíduos realizavam ainda teste de ergoespirométrico em esteira ergométrica para avaliação cardiovascular e da

capacidade cardiorrespiratória, sendo em seguida, encaminhados para o Laboratório de Força da Faculdade de Educação Física da Universidade de Brasília (FEF/UnB). Em duas visitas não consecutivas a este laboratório, os indivíduos realizaram os protocolos de exercício resistido em duas diferentes metodologias, tradicional (TRAD) e super-série (SUPER), através de dinamômetro isocinético seguido de acompanhado de monitorização de variáveis ergoespirométricas e cardiovasculares.

4.4.1 Avaliação Clínica Padronizada

Os sujeitos da pesquisa foram avaliados pela cardiologista do ambulatório de Cardiologia do IC-DF através de anamnese (ANEXO B) e teste de esforço, e responderam ao questionário IPAq versão curta, traduzido e validado para língua portuguesa (APÊNDICE A).

A anamnese foi elaborada pelos pesquisadores em conformidade com a cardiologista responsável pelo IC-DF, contendo informações necessárias para identificação de sinais e sintomas que o impedissem de realizar o teste de esforço e/ou de participar da pesquisa (ANEXO B).

O Índice de Massa Corpórea para caracterização da amostra foi realizado através da divisão do peso (kg) pela estatura ao quadrado (m²). O questionário IPAq versão curta em língua portuguesa classifica o indivíduo quanto ao nível de atividade física, como: muito ativo (5), ativo (4), irregularmente ativo tipo A (3), irregularmente ativo B (2) ou sedentário (1).

A avaliação ergoespirométrica foi realizada em esteira ergométrica (T2100, General Electrics, EUA) com análise simultânea da ventilação pulmonar e gases expirados por meio de analisador metabólico (K4, Cosmed®, Itália) e registro eletrocardiográfico (Cardiosoft, General Eletrics, USA). Foi utilizado um protocolo de Rampa, com incremento progressivo da intensidade e duração de 8 a 12 minutos, sendo sintoma limitante para parar o teste, o cansaço do avaliado. Contudo, o protocolo de Rampa apresenta uma melhor relação entre o VO₂ e a carga de trabalho, diminuindo assim, os erros resultantes ao incremento da carga durante a

realização do teste para cada indivíduo (MYERS; FROELICHER, 1990; SULLIVAN; MACKIMAN, 1984),

4.4.2 Avaliação Força Muscular Isocinética

O comportamento da força muscular isocinética foi avaliado pelo equipamento de Dinamometria Isocinética (Biodex System 3 Pro®, Biodex Medical, Shirley, NY), localizado no Laboratório de Força Muscular da Faculdade de Educação Física da Universidade de Brasília (LFM – FEF/UnB). O programa Biodex Advantage versão 3.0 foi utilizado para o registro e estocagem dos dados.

4.4.3 Avaliação Cardiovascular

A Frequência cardíaca foi monitorada através do frequencímetro (RS800CX, Polar™, Kempele, Finlândia) em toda fase do protocolo de força, durante o repouso, no exercício e na recuperação. A aferição da PA foi realizada através do método auscultatório através do esfignomanômetro de coluna de mercúrio (Durashock, tyco, EUA) e estetoscópio da marca (Classic II, Litmann, EUA).

4.4.4 Avaliação metabólica e consumo energético

A avaliação cardiorrespiratória e o consumo energético foram realizados com o indivíduo posicionado no dinamômetro isocinético com análise simultânea da ventilação pulmonar e gases expirados através do analisador metabólico (K4, Cosmed®, Itália). As variáveis obtidas nesse teste para avaliar o comportamento cardiorrespiratório foram o consumo máximo de oxigênio (VO_{2max} ml/min/Kg), a

produção de dióxido de carbono (VCO_2 , ml/min/Kg), a ventilação pulmonar (VE, L/min) e os equivalentes ventilatórios.

O consumo energético foi calculado através do consumo de oxigênio (VO_2 ml/min/kg) e produção do gás carbônico (VCO_2 ml/min/kg), durante o exercício resistido nas diferentes metodologias de aplicação através da equação: Consumo Energético (EE) = $[(4.210 (VCO_2) - 2.962 (VO_2)) (4.07kcal)] + [(1.695 (VO_2) - 1.701 (VCO_2)) (9.75 kcal)]$ proposta por Wallis; Jeukendrup (2005).

4.5 Procedimentos

Os indivíduos foram convidados a participar da pesquisa através de contato realizado aos acadêmicos da Faculdade de Ceilândia – UnB e do Centro Universitário de Brasília (UniCEUB-DF), por serem instituições que os pesquisadores possuem acesso direto. Após o convite, os mesmos foram encaminhados ao IC-DF para serem submetidos à avaliação clínica inicial e se aptos encaminhados ao laboratório de força da FEF/UnB.

4.5.1 Procedimentos para Avaliação Clínica Inicial

Inicialmente os voluntários foram informados sobre o protocolo e em seguida convidados a assinarem o TCLE para efetivar sua participação na pesquisa.

A anamnese foi aplicada pelos pesquisadores no IC-DF, no qual, os avaliados responderam individualmente cada pergunta realizada pelos pesquisadores, sem que, ficassem dúvidas em relação a cada item da anamnese (ANEXO B).

Após responderem a anamnese os sujeitos foram encaminhados para a sala de avaliação antropométrica do IC-DF para realizar a conferência do peso e

estatura, logo, os valores obtidos foram lançados na anamnese de cada voluntário, e calculado o IMC através da divisão do peso (kg) pela estatura ao quadrado (m^2).

Os voluntários foram orientados a responder o IPAq versão curta para que fossem classificados quanto ao nível de atividade física, no qual, a classificação foi realizada logo após o preenchimento do questionário, sendo que, os indivíduos fossem classificados em fisicamente ativos.

Após os dados obtidos no IPAq os indivíduos foram encaminhados para sala de preparação dos voluntários para realização do teste de esforço. Os sujeitos foram orientados a estarem de bermuda, tênis confortável para correr e camiseta leve. Na sala de preparo os voluntários foram orientados a tirarem a camisa, para que fosse realizada a limpeza dos locais para aplicação dos eletrodos. Caso os voluntários apresentassem pêlos nos pontos necessários para colher os sinais elétricos a técnica realizava tricotomia nos locais através de lâmina de barbear. A limpeza do local foi realizada através da fricção da gaze com álcool em cada ponto para possibilitar melhor captação dos sinais elétricos.

Logo após a limpeza dos pontos os eletrodos foram posicionados e fixados com fita micropore aderida à pele dos voluntários evitando que durante a corrida os eletrodos soltassem e/ou os fios atrapalhassem os voluntários. A caixa de contato dos eletrodos foi fixada em cada voluntário através de cinta elástica posicionada na cintura do voluntário. O indivíduo foi levado para a sala de ergoespirometria, onde, sentado, foi acoplado ao analisador metabólico K4 portátil. Os indivíduos permaneciam sentados em uma cadeira, afim de, os dados cardiorrespiratórios e cardiovasculares de repouso. O teste foi explicado a cada um dos voluntário, onde, os mesmos foram orientados a expirar pela boca e inspirar pelo nariz, para melhor captação de oxigênio pelo analisador de gás. Também foi explicado aos voluntários que caso desejassem interromper o teste, os mesmos deveriam levantar a mão direita como sinal de fadiga, para interrupção do teste de esforço. O protocolo do teste possui 8 a 12 minutos de duração, onde, a cada minuto é realizado um incremento de carga na esteira, tanto em velocidade como em angulação.

Ao término do teste, tanto pelo fim do protocolo ou pela interrupção dos voluntários, foi realizado um descanso ativo de 5 minutos na esteira e logo após o descanso ativo foram colocadas cadeiras para que os voluntários permanecessem

sentados por mais 5 minutos, afim de, colher os sinais elétricos de recuperação após o exercício. O analisador de gás foi retirado, e os voluntários encaminhados à sala de preparo para retirar os eletrodos e realizar a higienização pessoal. Logo em seguida os voluntários foram encaminhados à sala de espera do IC-DF, para aguardarem os resultados dos testes de esforço. Após a entrega do resultado do teste aos voluntários pela cardiologista responsável foi explicado todo o procedimento realizado, sendo os mesmos, encaminhados ao Laboratório de Força da FEF-UnB.

4.5.2 Procedimentos para Avaliação da Força Muscular Isocinética

Após o consentimento dos voluntários em participarem do estudo, os mesmos foram orientados a não fazer o uso de bebidas alcóolicas e outras drogas, além de, não se alimentarem uma hora antes de cada metodologia de exercício resistido (MER), e a usarem roupas confortáveis para à prática de atividade física. Na primeira visita foram explicados os procedimentos de cada MER, sendo que, foi realizado o sorteio para aleatorização da sequência de aplicação das diferentes metodologias, sendo, Tradicional (TRAD) e Super Série (SUPER).

Antes da execução de cada MER, foi realizada a limpeza com álcool do ponto abaixo do processo xifóide sendo fixada em cada voluntário a cinta do frequencímetro para captação da FC. Os voluntários foram colocados sentados, mantendo as pernas com angulação de 90° e planta dos pés no chão por 5 minutos em repouso. Logo após, foi realizada a aferição da PA e em seguida realizaram aquecimento em cicloergômetro com a carga de 50 Wats, durante 5 minutos. Após o término do aquecimento os voluntários foram posicionados na cadeira do dinamômetro isocinético, sendo fixados através de cintos de segurança no tronco, na pelve e na coxa, de modo, a evitar movimentos e/ou compensações indesejadas que possam influenciar o resultado, com a possibilidade de um movimento livre e confortável de flexão e extensão do joelho. Neste processo, a extensão completa do joelho foi definida como 0° e a flexão a 90°, utilizando-se uma amplitude de movimento de flexo-extensão de aproximadamente 90°. O epicôndilo lateral do

fêmur foi usado como ponto de referência do eixo de rotação do joelho ao ser alinhado com o eixo de rotação do aparelho.

A posição inicial de teste foi estabelecida pela flexão a 90° do joelho e, a partir desta, os indivíduos foram instruídos a realizar os movimentos de extensão e flexão do joelho do membro direito, em velocidade pré-estabelecida de 60°/seg. Para obter confiabilidade no posicionamento dos sujeitos entre os diferentes dias de avaliação, foram realizadas as seguintes anotações: altura da cadeira, inclinação do encosto, altura do dinamômetro e ajuste da almofada de resistência.

A correção da gravidade foi obtida medindo-se o torque exercido pela almofada de resistência e a perna do avaliado (relaxada), na posição de extensão terminal. Os valores das variáveis isocinéticas foram automaticamente ajustados para gravidade pelo programa Biodex Advantage 3.

O membro inferior direito foi utilizado como padrão para realização das metodologias de exercício resistido. Antes do início da MER foi realizado um aquecimento específico por meio de um exercício leve no próprio dinamômetro isocinético, com velocidade de 300°/s com duas (02) séries de dez (10) repetições e 30 segundos (30") de descanso.

Durante cada MER foi solicitado aos voluntários que cruzassem os braços contra o tórax, seguindo a posição das faixas de estabilização dos voluntários no aparelho, além disso, foi dado um encorajamento verbal e um feedback visual pela tela do computador, na tentativa de se alcançar o nível de esforço máximo. Todos os procedimentos foram realizados pelo mesmo investigador (FIGURA 4).



Figura 4: Avaliação Metodologia SUPER, encorajamento Verbal.

Fonte: Arquivo do autor.

A metodologia TRAD foi realizada para avaliação concêntrica isolada dos extensores e flexores de joelho, em 3 séries de 10 repetições, com velocidade de 60°/segundos e intervalo de recuperação de 60 segundos.

A metodologia SUPER foi realizada para avaliação concêntrica dos flexores e extensores de joelho, em 3 séries de 10 repetições, com velocidade de 60°/segundos e intervalo de recuperação de 60 segundos entre cada série.

As variáveis isocinéticas analisadas foram, torque máximo (Nm) de flexores e extensores de joelho (J/Kg e Nm/Kg respectivamente), fadiga, potência e trabalho máximo (J), sendo este último calculado a partir da área total sob a curva de torque, durante a repetição máxima do teste. Os valores de torque máximo e trabalho máximo foram divididos pela massa corporal e multiplicados por 100.

4.5.3 Procedimentos para Avaliação Cardiovascular e Metabólica no Dinamômetro Isocinético

Como medidas de respostas cardiovasculares durante o protocolo de força muscular, a frequência cardíaca foi monitorada (FC, bpm) e para a aferição da pressão arterial (PA, mmHg), posicionou-se o braço esquerdo de cada indivíduo, relaxado, em superfície plana à altura do ombro. A fixação do manguito no braço ocorreu com aproximadamente 2,5 cm de distância entre sua extremidade inferior e a fossa antecubital. Após inflar o manguito, iniciou-se o processo de esvaziamento até distinguirem-se o 1º e o 5º ruídos de Korotkoff, correspondentes aos valores sistólico e diastólico, respectivamente. Tal procedimento foi adotado com base nas recomendações da American Heart Association (PERLOFF et al., 1993).

. O comportamento metabólico foi monitorado através do equipamento portátil de ergoespirometria (K4, Cosmed®, Itália). O equipamento utiliza máscara facial de fluxo unidirecional, e, foi instalado ao antes do início do protocolo e removido ao final da fase de recuperação, que teve duração total de cinco minutos. Foram monitoradas todas as variáveis respiratórias e de troca gasosa disponíveis no equipamento [consumo de oxigênio (VO_2 , ml/min./Kg), produção de CO_2 (VCO_2 , ml/min./Kg), ventilação pulmonar (VE, L/min.)].

Os protocolos foram aplicados em dias separados, com intervalo de sete (07) dias entre eles, sempre no mesmo horário. No total, os sujeitos participaram em três (03) diferentes dias para a execução das metodologias.

5 Tratamento Estatístico

Para armazenamento e tabulação dos dados foi utilizado o programa Microsoft Excel for Windows 2007® utilizados para posterior análise estatística, através do software GraphPad Prism® Versão 5.0 para Windows. Para análise dos dados foi utilizado o teste de distância K-S para verificar a distribuição da população

estudada, classificando os dados em paramétricos ou não-paramétricos. Posteriormente, para a comparação entre as séries e entre as modalidades foi utilizado ANOVA one way para as amostras repetidas em um tempo e ANOVA two way para as variáveis em mais de dois tempos. Quando encontrado diferença significativa entre os grupos foi utilizado o Pos Hoc de Bonferroni para one way e Post Hoc de Tukey two way, para identificar entre quais grupos ocorre essa diferença. O teste de ANOVA foi o teste escolhido, tendo em vista que as componentes extensoras e flexoras foram analisadas como grupos separados. Foi considerado como diferença significativa valores de $p < 0,05$.

6 RESULTADOS

6.1 Caracterização da Amostra

Os indivíduos avaliados apresentam idade média de $22,6 \pm 4,0$ anos, $1,80 \pm 0,1$ de estatura e $24,5 \pm 2,7$ de IMC, classificados como ativos, sendo, Nível de Atividade Física (NAF) $4,5 \pm 0,5$ conforme IPAq (APÊNDICE A). Na avaliação ergoespirométrica os sujeitos obtiveram $54,6 \pm 2,9$ de $VO_{2\text{pico}}$. (TABELA 1).

TABELA 1: Caracterização da Amostra

Variáveis	M \pm DP
Idade (anos)	$22,6 \pm 4,0$
Estatura (m)	$1,80 \pm 0,1$
Massa Corporal (kg)	$75,9 \pm 11,7$
IMC (Kg/m ²)	$24,5 \pm 2,7$
NAF (METs)	$4,5 \pm 0,5$
$VO_{2\text{ pico}}$ (ml/kg/min)	$54,6 \pm 2,9$
$VE_{\text{ pico}}$ (L/min ⁻¹)	$134,7 \pm 16,9$
$VE/VO_{2\text{ pico}}$	$32,2 \pm 5,3$

Dados contínuos representados em média e desvio padrão (M±DP); IMC (Índice de Massa Corporal); NAF (Nível de Atividade Física); VO_2 (consumo de oxigênio); VE (ventilação pulmonar); VE/VO_2 (equivalente ventilatório de oxigênio); VE/VCO_2 (equivalente ventilatório de gás carbônico).

6.2 Comportamento da força muscular

Para avaliação do componente da força muscular foram utilizadas as variáveis fadiga (F, joule), pico de Torque (PT, N/m) e Trabalho (T, Joule), comparando as metodologias TRAD x SUPER no movimento de extensão e flexão, durante a realização das 3 séries de exercício resistido isocinético em cada modalidade. (FIGURA 5).

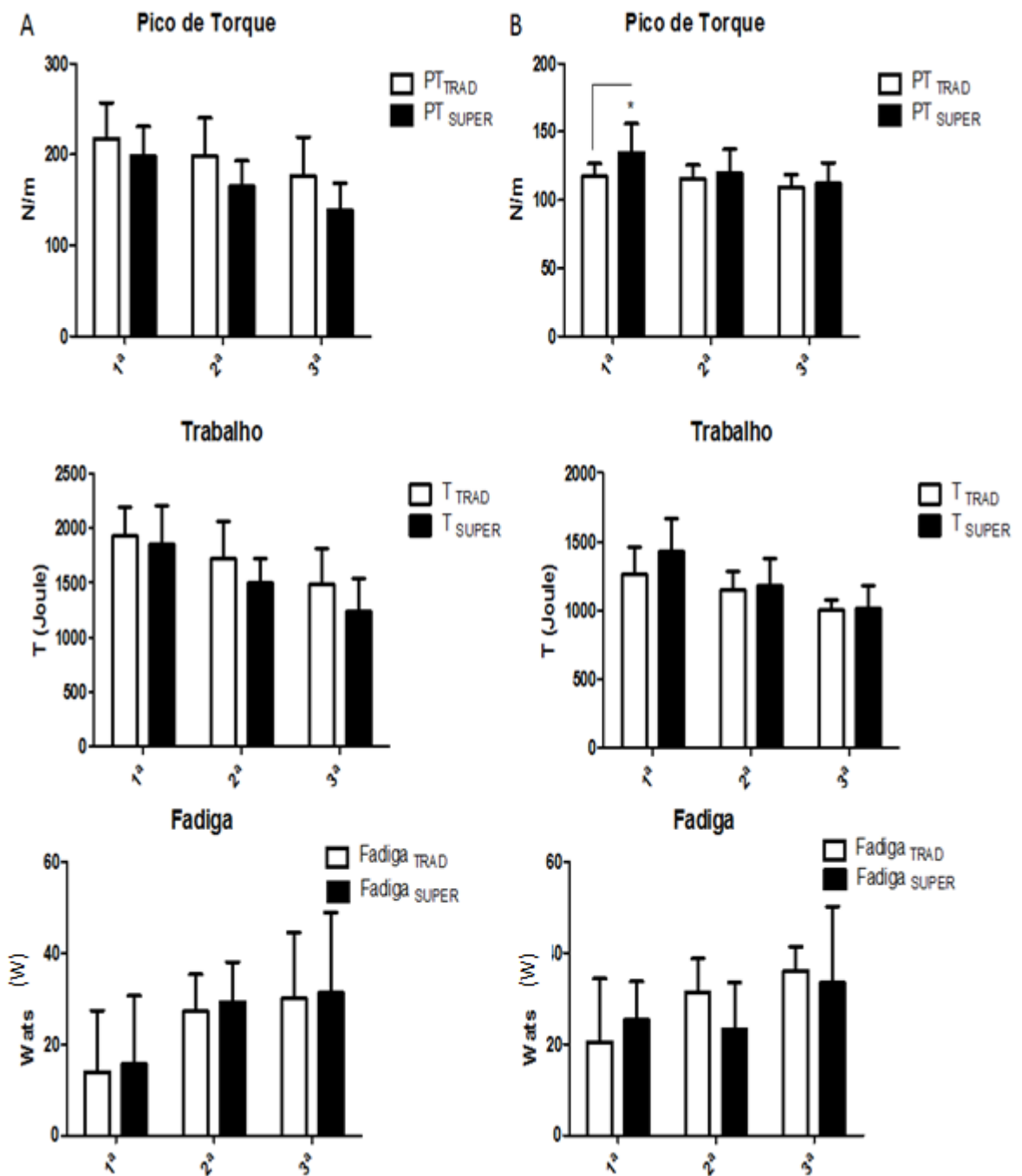


FIGURA 5: Avaliação da Força Muscular de membro inferior nas modalidades Tradicional e Super Série.

Dados contínuos representados em média e desvio padrão $M \pm DP$. Análise de variância com medidas repetidas com dois fatores (metodologia x séries), com pós-teste de turkey. * = $P < 0,05$ entre as metodologias TRAD e SUPER componente flexor. A (séries componente extensor); B (série componente Flexor). N/m (Newton/minuto); PT, TRAD e SUPER (pico de torque modalidade tradicional e supersérie); T (trabalho).

Nessa análise da força muscular, não foi verificada nenhuma diferença entre os protocolos TRAD e SUPER tanto no movimento de flexão quanto de extensão

para as variáveis, Fadiga e Trabalho ($p > 0,05$). Confere-se apenas uma tendência de aumento da Fadiga entre as séries durante o movimento extensor e flexor, este comportamento foi semelhante em ambos os protocolos (SUPER x TRAD), (FIGURA 5). Para o pico de torque (PT) foi maior na SUPER que na TRAD para a 1ª série da flexão (134 ± 20 e $117 \pm 9,03$ N/m) $p < 0,05$, diferença esta que não se manteve nas séries subsequentes durante a realização do mesmo protocolo.

6.3 Comportamento Cardiovascular

Para variável ΔFC foram identificadas diferenças significativas entre as modalidades TRAD e SUPER ($p < 0,05$). Na modalidade TRAD a FC tende a ser maior do que nas demais modalidades, para a mesma série (FIGURA 6) para o movimento de extensão e flexão de membro inferior (MMII).

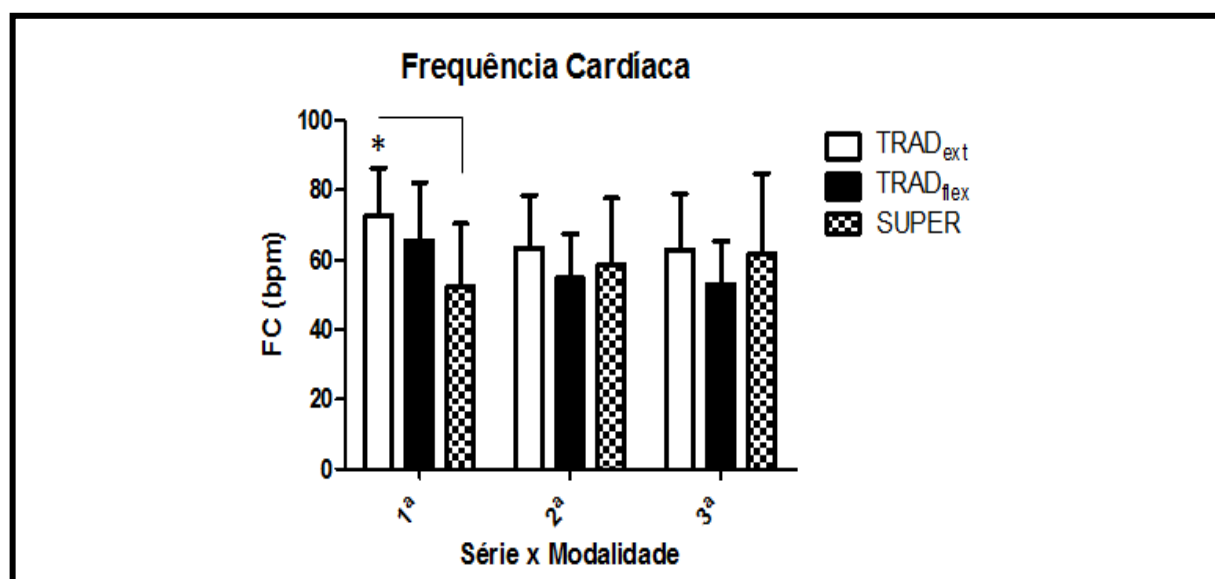


FIGURA 6: Avaliação do Delta da Frequência Cardíaca entre as modalidades Tradicional e Super Série para extensão e flexão de membro inferior.

Dados contínuos representados em média e desvio padrão $M \pm DP$. Análise de variância com medidas repetidas com dois fatores (Série x Modalidade), com Pos Hoc de Tuckey. * = $p < 0,05$ entre a FC da 1ª série nas metodologias TRAD_{ext} e SUPER. TRAD_{ext} e TRAD_{flex} (tradicional componente extensor e flexor); SUPER (super série); bpm (batimento por minuto).

No comportamento cardiovascular observou-se maior variação da frequência cardíaca na TRAD em comparação à SUPER (72,66±13,08 e 52,11±17,25 bpm) $p<0,001$, para o movimento extensão na 1ª série não sendo significativa para o movimento de flexão (FIGURA 6).

O comportamento da FC de recuperação pós-exercício revelou redução importante ($p<0,0001$), no entanto esse comportamento ocorreu de forma semelhante em todas as metodologias para os movimentos de extensão e flexão (FIGURA 7).

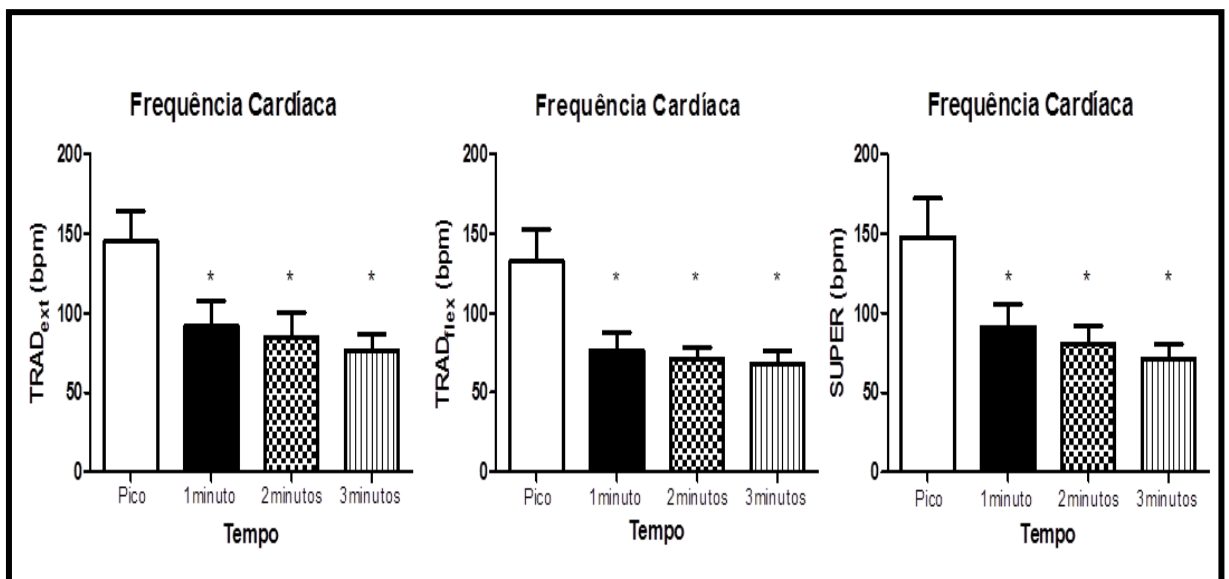


FIGURA 7: Comportamento da Frequência Cardíaca de Recuperação entre as modalidades Tradicional e Super Série (extensão e flexão) de membro inferior.

Dados contínuos representados em média e desvio padrão $M\pm DP$. Análise de variância com medidas repetidas com um fator (tempo), com pós-teste de bonferroni. * = $p<0,001$ entre a frequência cardíaca pico e recuperação (1, 2 e 3 minutos). TRAD_{ext} e TRAD_{flex} (tradicional componente extensor e flexor); SUPER (super série); bpm (batimento por minuto).

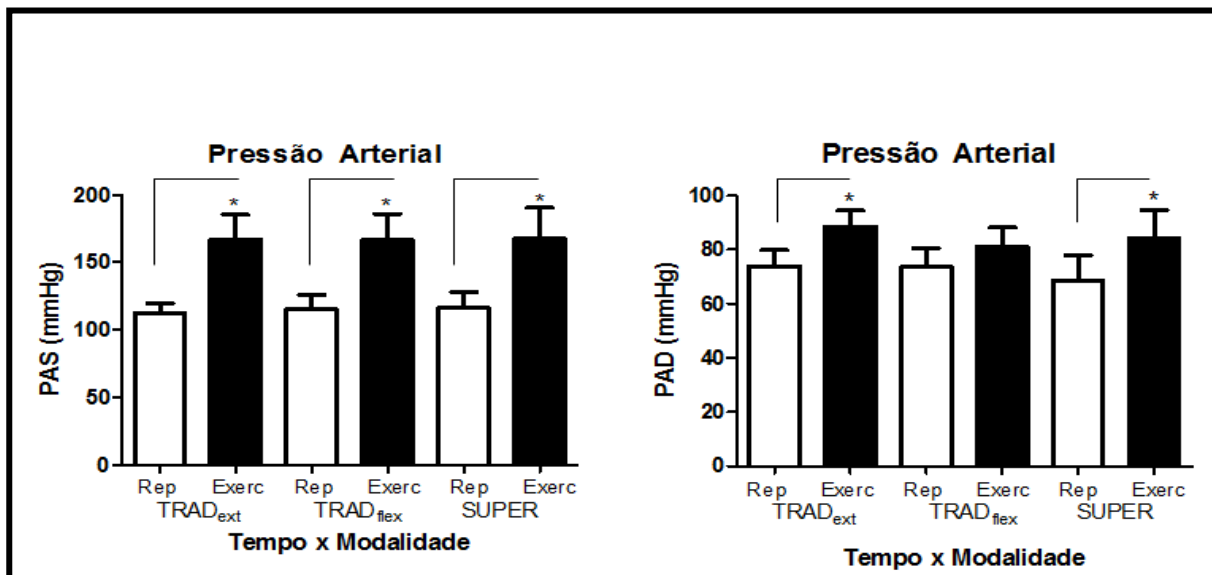


FIGURA 8: Avaliação da Pressão Arterial entre as modalidades Tradicional e Super Série para extensão e flexão de membro inferior.

Dados contínuos representados em média e desvio padrão $M \pm DP$. Análise de variância com medidas repetidas com um fator (tempo), com pós-teste de bonferroni. * = $P < 0,0001$ entre pressão arterial (inicial-final) PAS (pressão arterial sistólica), PAD (pressão arterial diastólica), TRAD_{ext} e TRAD_{flex} (tradicional componente extensor e flexor), SUPER (super série).

Para a variável PAS foi identificada diferenças significativas entre os valores iniciais e finais para as três modalidades de exercício resistido ($p < 0,0001$), entretanto, quando analisado a PAD apresentou maior elevação para o movimento de extensão na TRAD e SUPER ($14,67 \pm 8,20$ e $15,33 \pm 7,69$ mmHg) em comparação com a flexão TRAD ($7,44 \pm 4,55$ mmHg) $p < 0,001$. (FIGURA 8).

6.4 Comportamento Metabólico

Para comportamento metabólico não se verificou diferenças para as variáveis ergoespirométricas diretas VO_2 , VCO_2 e VE, onde, todas sofreram alteração importante frente a realização do exercício resistido, entretanto, esta alteração não foi diferente, quando comparadas as metodologias TRAD e SUPER.

Já para a avaliação do CM a partir do EE calculado, verificamos que este se apresentou menor, apenas no início do ER (1ª e 2ª séries) na metodologia SUPER ($61,98 \pm 16,13$ e $38,29 \pm 59,70$) em relação à TRAD ($169,17 \pm 72,72$ e $96,44 \pm 13,26$) para o movimento de extensão. (FIGURAS 9 e 10).

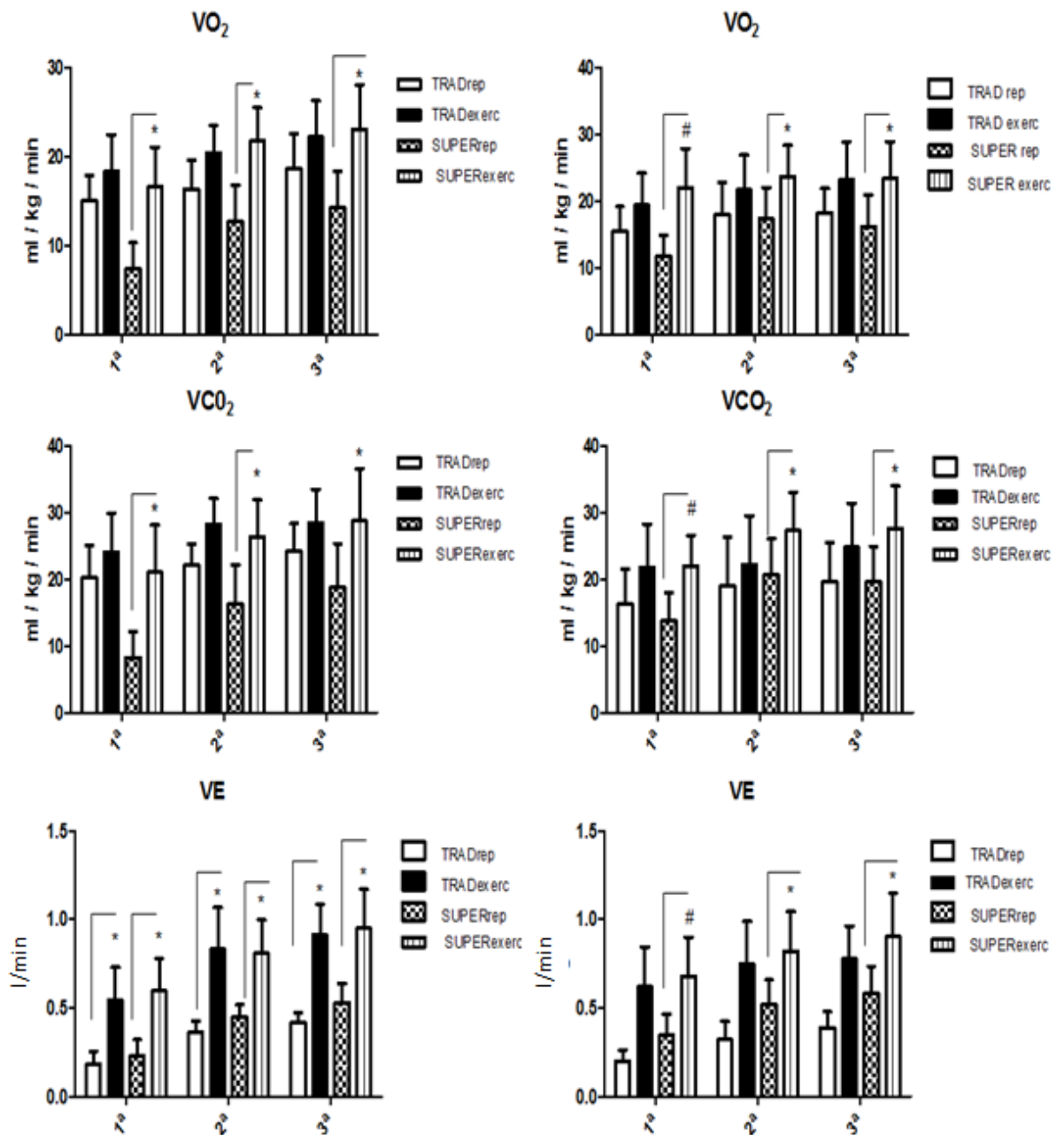


FIGURA 9: Avaliação do comportamento cardiorrespiratório nas modalidades Tradicional e Super Série para extensão e flexão de membro inferior

Dados contínuos representados em média e desvio padrão $M \pm DP$. Análise de variância com medidas repetidas com dois fatores (metodologias x séries), com pós-teste de tukey. * = $P < 0,001$ entre VO_2 SUPER_{rep} e SUPER_{exerc} no componente extensor nas 3 séries; VO_2 SUPER_{rep} e SUPER_{exerc} na 1^a série do componente flexor; VCO_2 SUPER_{rep} e SUPER_{exerc} no componente extensor nas 3 séries; VCO_2 SUPER_{rep} e SUPER_{exerc} na 1^a série do componente flexor e para VE SUPER_{rep} e SUPER_{exerc} e TRAD_{rep} e TRAD_{exerc} no componente extensor nas 3 séries; VE SUPER_{rep} e SUPER_{exerc} na 1^a série do componente flexor. # = $p < 0,05$ para VO_2 SUPER_{rep} e SUPER_{exerc}; VCO_2 SUPER_{rep} e SUPER_{exerc} e VE SUPER_{rep} e SUPER_{exerc} na 2^a e 3^a série do componente flexor. VO_2 (consumo de oxigênio); VCO_2

(consumo de gás carbônico); VE (ventilação pulmonar); TRAD_{rep} e TRAD_{exerc} (tradicional repouso e exercício); SUPER_{rep} e SUPER_{exerc} (super série repouso e exercício).

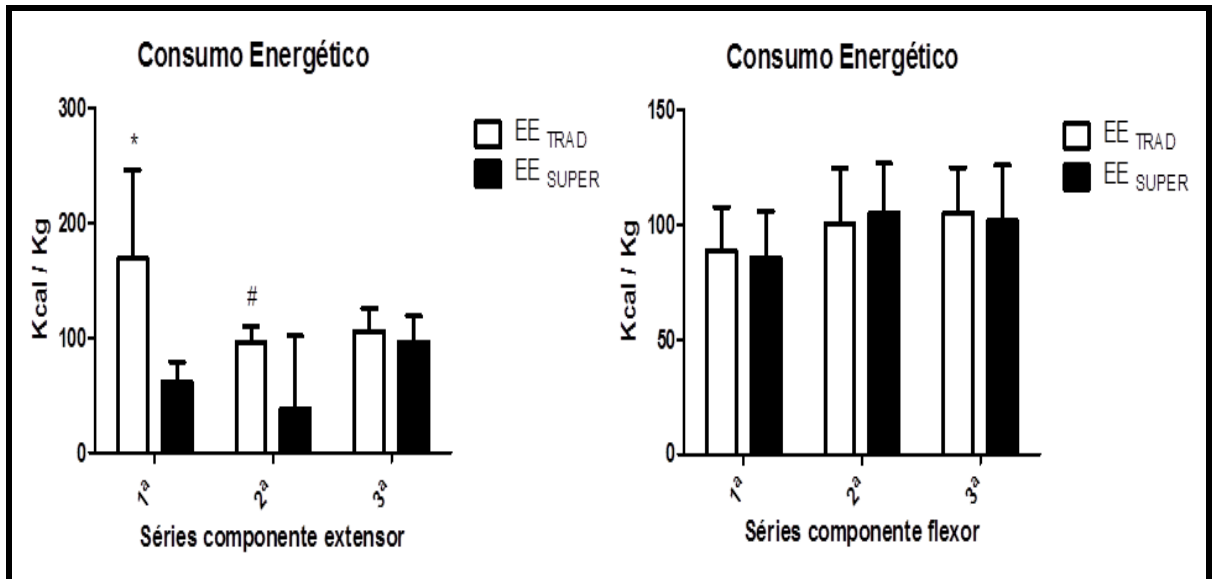


FIGURA 10. Avaliação do Consumo Energético entre as modalidades Tradicional e Super Série para extensão e flexão de membro inferior.

Dados contínuos representados em média e desvio padrão $M \pm DP$. Análise de variância com medidas repetidas com dois fatores (metodologias x séries), com pós-teste de tukey. * = $P < 0,01$ entre as modalidades na 1ª série e # = $p < 0,05$ entre a 2ª série nas modalidades. EE_{TRADrep} e EE_{TRADexerc} (consumo energético na metodologia tradicional repouso e exercício); EE_{SUPERrep} e EE_{SUPERexerc} (consumo energético na metodologia super série repouso e exercício).

7 DISCUSSÃO

O objetivo do presente estudo foi avaliar as respostas agudas do sistema cardiovascular e metabólico frente ao ER na metodologia SUPER em jovens saudáveis. A importância do estudo das metodologias diferenciadas de exercício resistido, como a Supersérie, se dá pela possibilidade do aperfeiçoamento dos programas de treinamento resistido.

O estudo preocupou-se em adotar uma metodologia, onde, os seus procedimentos e os recursos de grande aplicabilidade para a avaliação cardiovascular, metabólica e da força muscular. A ergoespirometria, método que foi utilizado para a análise dos gases expirados durante o exercício, é um método que se impõe pela qualidade e confiabilidade das informações e por permitir ampla reprodutibilidade (BARROS et al., 2001; CICOIRA et al., 2001; MANCINI, et al., 1991), assim como, a avaliação muscular a partir de dinamometria isocinética, considerada padrão ouro para avaliação do componente da força muscular (DVIR, 2002), devido isolamento dos grupos musculares com segurança, o que permite maior reprodutibilidade para a análise do desempenho da força.

Na análise do comportamento da força muscular não foi verificada nenhuma diferença significativa entre os protocolos TRAD e SUPER seja no movimento de flexão ou de extensão para as variáveis, Fadiga e Trabalho, verificando apenas uma tendência de aumento da Fadiga entre as séries durante o movimento extensor e flexor, sendo, este comportamento semelhante em ambos os protocolos SUPER e TRAD, é proporcional ao número de repetições.

O comportamento de aumento da fadiga ao longo das séries, representado pela velocidade de contração e o aumento do tempo de relaxamento muscular, ocorra em decorrência de uma acentuada diminuição de cálcio $[Ca^{2+}]$ com consequente diminuição da força e também alterações no estímulo que chega ao músculo, provenientes de uma redução da velocidade e frequência de condução do impulso que chega aos motoneurônios durante o exercício, sendo este, considerado fadiga central (ASCENSÃO et al., 2003).

Hassani et al. (2006) identificaram diferenças entre a razão agonista/antagonista em teste isocinético de fadiga submáximo e máximo dos músculos extensores do joelho a 60°/s, corrobora com os achados do presente estudo, entretanto, Bittencourt et al. (2005) ao estudar índice de fadiga muscular não observou diferença significativa entre os grupos musculares tanto para extensores quanto para flexores de joelho. Contudo, Rothmuller e Cafarelli (2001) observou uma maior ativação da musculatura durante a realização do movimento de flexão, onde, o agonista tende a fadigar menos que o antagonista, fato este que proporciona aumento da fadiga muscular maior para os músculos isquiotibiais no movimento de flexão, fato não encontrado no presente estudo.

Já para a variável, pico de torque (PT) verificamos que esta foi maior na SUPER do que na TRAD para a 1ª série da flexão diferença esta que não se manteve nas séries subsequentes, durante a realização do protocolo. Hassani et al. (2006) observou que após a realização da primeira série de um exercício resistido indiferente do protocolo utilizado o PT irá reduzir nas séries subsequentes, concordando com os achados do presente estudo. Para Ernesto et al. (2009) em seu estudo com diferentes intervalos de recuperação observou que existe uma queda significativa quando analisado a 1ª e a 3ª série no intervalo de 1 minutos corroborando com o presente estudo e com estudo de Touey, Sforzo e MCManis (1994) também observaram redução no PT no exercício isocinético a 60°/seg com intervalos de 30 segundos e 1 minuto. Entretanto, Ernesto et al. (2009) observou que quando aumentado o tempo de recuperação para 2 e 3 minutos ocorre o aumento do PT da 2ª para a 3ª série, diferente dos achados de Hassani et al. (2006) e os do presente estudo.

Acredita-se que estes resultados irão colaborar com aqueles disponíveis na literatura científica, uma vez que, a progressão das séries exerceu uma influência negativa sobre a força muscular, visto que, somente nas séries iniciais apresentou-se maiores valores para o PT, entretanto Bottaro, Russo e Oliveira (2005) relataram que após 30 segundos de intervalo entre as séries de extensão de joelhos os níveis de força retornam aos valores iniciais, haja visto, em população idosa. Por isso, acredita que as séries sucessivas de exercício resistido possam ter influenciado na redução progressiva do pico de torque durante a realização das séries, na amostra

estudada e que durante a realização da primeira série ocorreu uma facilitação neuroproprioceptiva e menor influência dos antagonistas, fato que pode ter gerado maior PT nas séries iniciais, assim, a de melhor aplicabilidade para população cardiopata, visto que, estressa menos os componentes cardiovasculares.

Por fim, quanto à análise do comportamento da força, verifica-se que, quando comparado o efeito entre as metodologias, as mesmas não apresentam diferenças significativas, entretanto, parece haver uma tendência de redução do trabalho frente à metodologia SUPER para o movimento de extensão e o inverso ocorre no movimento flexão. Estes fatos, que provavelmente sejam justificados pela quantidade de unidades motoras recrutadas no movimento de extensão realizada pelo grupamento muscular do quadríceps, sejam maiores que, quando recrutado as unidades motoras dos músculos isquiotibiais para o movimento de flexão de joelho, desta forma acredita-se que os isquiotibiais não apresentem capacidade de influenciar o quadríceps, entretanto, o quadríceps possui fatores que influenciam no movimento realizado pelo grupamento dos isquiotibiais, devido a proporção da massa muscular envolvida e conseqüentemente maior ativação das unidades motoras.

No comportamento cardiovascular observou-se maior variação da frequência cardíaca (ΔFC) na metodologia TRAD em comparação à SUPER, para o movimento extensão na 1ª série não significativa para o movimento de flexão, o que corrobora com estudo de Quitério et al. (2007). Este fator pode ser explicado devido a facilitação neuromotor a no movimento SUPER. O ER induz consideráveis adaptações autonômicas quando realizado de forma aguda, as quais influenciam o sistema cardiovascular e as funções cronotrópicas (GALLO et al., 1989), que, conforme Araújo (1985), na fase inicial do exercício, independentemente da sobrecarga, ocorre o aumento da FC que através da inibição vagal ocorre o menor nível de ativação parassimpática. Entretanto, uma maior ativação simpática no músculo cardíaco assume um papel mais efetivado nos momentos subsequentes (GALLO et al., 1989), e que, os metaborreceptores musculares e os barorreceptores arteriais são as vias aferentes para o centro de controle cardiovascular localizado na porção ventrolateral do bulbo, apresentando papel relevante na modulação da atividade cronotrópica cardíaca durante o exercício incremental (MCARDLE, 2007).

O comportamento da frequência cardíaca e a pressão arterial apresentaram uma importante elevação entre as séries com variação na elevação de 60 bpm e 40 mmHg respectivamente, entretanto, não existe diferença na magnitude da subida quando comparando as séries entre as modalidades, sendo, fisiologicamente esperado esse comportamento devido a elevação da FC nas séries iniciais que tratando-se de jovens saudáveis espera-se que ocorra a queda da FC próximo aos valores de repouso no pós-exercício. Para Malfatti et al. (2006) encontrou uma diferença de 68 bpm concordando com nosso estudo, entretanto, na modalidade TRAD no movimento de flexão apresenta uma menor magnitude da subida sendo proporcional a massa muscular envolvida na realização do exercício. Uma das possíveis explicações para os resultados encontrados reside na característica do próprio exercício, no qual, esta elevação ocorre devido a grande massa muscular do quadríceps femoral envolvida na realização das séries dos protocolos de exercício, que é iniciada pela fase concêntrica do movimento o que não ocorre na fase excêntrica do exercício, sendo que, durante a fase concêntrica as exigências vasculares tendem a ser maior que as observadas na excêntrica (SALE et al., 1994; SALE et al., 1993).

A FC e PA apresentaram maior pico no exercício resistido no componente extensor, este fato pode ser explicado por apresentar maior grau de excitação de receptores musculares aferentes, assim, este fator pode ser considerado importante quando executados em indivíduos com cardiopatia de leve a moderada, uma vez que o exercício flexor pode ser utilizado com maior segurança evitando maior estresse cardíaco, entretanto, o exercício TRAD_{ext} e SUPER_{ext} geram maior variação da FC e PA gerando assim, maior resposta adaptativa que de acordo com Polito et al. (2008) em estudo com 8 indivíduos do sexo masculino que observou durante a extensão de joelho em exercício resistido contínuo e fracionado ocorre a elevação da PA e FC durante todas as séries do exercício, o que, confere com os achados do presente estudo.

Para a variável PAS foram identificadas diferenças significativas entre os valores iniciais e finais para as três modalidades de exercício resistido, entretanto, quando analisado a PAD, a mesma, apresentou maior elevação para o movimento de extensão na TRAD e SUPER em comparação com a flexão TRAD, fato este que

contrapõe os achados de Miranda et al. (2005) que, em seu estudo, observou que durante a realização do exercício resistido para grupamento muscular para membros superiores através do exercício Supino Sentado e Deitado verificou-se queda da PAD em ambos os exercícios.

Para comportamento metabólico não se verificou diferenças para as variáveis ergoespirométricas diretas VO_2 , VCO_2 e VE, onde todas sofreram alteração importante frente à realização do exercício resistido, entretanto, esta alteração não foi diferente, quando comparadas às metodologias TRAD e SUPER.

Já para a avaliação do CM a partir do EE calculado, verificamos que este se apresentou menor consumo apenas no início do ER (1ª e 2ª séries) na metodologia SUPER em relação à TRAD para o movimento de extensão, resultado que difere do estudo de Kelleher et al., (2010) no qual, observou que a metodologia SUPER promove maior gasto energético em relação a TRAD, resultado este, que pode ser explicado devido o presente estudo ter sido realizado de forma aguda.

A escolha da metodologia TRAD ou SUPER de exercício resistido parece influenciar mais no consumo energético do que no ajuste cardiovascular e no aumento da força, entretanto se o objetivo do treino com poucas repetições for aplicar uma metodologia que gera menos estresse cardiovascular a metodologia SUPER apresenta uma menor variação nas respostas cardiovascular que o TRAD.

Limitações do estudo: O presente estudo apresentou limitações em decorrência da aderência dos sujeitos participantes da pesquisa, que somados às dificuldades de coleta, preparação e análise em diferentes lugares, podem justificar parcialmente o reduzido número de amostras.

Outra limitação importante foi o método de aferição da PA através do método auscultatório, procedimento que durante a realização do exercício de alta intensidade e curta duração possui importantes limitações (ARAÚJO, 2001), pois pode subestimar os valores durante o exercício (LEITE, FARINATTI 2003; BAUM, RÜTHER, ESSFELD, 2003; POLITO, FARINATTI, 2006), especificamente nos níveis diastólicos (ARAÚJO, 2001). Fato este que pode ocorrer devido o método não ser sensível para detectar incrementos rápidos nos valores de PA, entretanto, o método auscultatório permite verificar tendências no comportamento da PA (LEITE,

FARINATTI 2003; ARAÚJO, 2001), apresentando maior aplicabilidade, menor risco e alta correlação com o cateterismo (método invasivo) e também com a fotopletismografia (referenciada como principal método não invasivo) (LEITE, FARINATTI 2003), justificando assim, sua aplicação.

8 CONCLUSÃO

A metodologia supersérie promove maior facilitação neuroproprioceptiva em relação à metodologia tradicional nas séries iniciais, devido apresentar maior capacidade de gerar maiores valores de pico de torque, associado a uma menor variação da frequência cardíaca e do consumo energético, podendo ser preferencialmente aplicada nos programas de treinamento resistido com poucas repetições. O maior estresse no componente cardiovascular para o movimento de extensão corrobora a hipótese de que o estresse esteja realmente associado à quantidade de músculos envolvidos no movimento.

O consumo energético é mais elevado na metodologia tradicional que na supersérie nas séries iniciais, entretanto o comportamento das variáveis ergoespirométricas avaliados não se difere entre as metodologias.

Estudos de seguimento são importantes para verificar a influência do método supersérie nos efeitos crônicos do exercício resistido .

REFERENCIAS

- American College of Sports Medicine. ACSM's guidelines for exercise testing and prescription. 6ª ed. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins, 2000.
- American College of Sports Medicine Position Stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc* 2002;34:364-80.
- American College of Sports Medicine. Diretrizes do ACSM para os testes de esforço e sua prescrição. 7ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2007.
- American Heart Association. Resistance Exercise in Individuals With and Without Cardiovascular Disease: 2007 Update: A Scientific Statement From the American Heart Association Council on Clinical Cardiology and Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism. *Circulation* 2007;116:572-84.
- Almeida MB, Araújo CG. Efeitos do treinamento aeróbico sobre a frequência cardíaca. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte* 2003; 9(2): 104-12.
- Amorim PRS, Gomes TNP. Gasto Energético na Atividade Física: Pressupostos, Técnicas de Medida e Aplicabilidade. Rio de Janeiro: Shape, 2003.
- Araújo CGS. Fast "on" and "off" heart rate transients at different bicycle exercise levels. *Int J Sports Med*. 1985; 6: 68-73.
- Araújo CG. Fisiologia do exercício físico e hipertensão arterial: uma breve introdução. *Hipertensão* 2001; 4:78-83.
- Ascensão A, Magalhães J, Oliveira J, Duarte J, Soares J. Fisiologia da fadiga muscular. Delimitação conceptual, modelos de estudo e mecanismos de fadiga de origem central e periférica. *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto* 2003; 3 (1): 108–23.
- Baker D, Newton RU. Acute effects on power output of alternating an agonist and antagonist muscle exercise during complex training. *The Journal of Strength & Conditioning Research* 2005; 19(1): 202-5.
- Barros Neto TL, Tebexreni AS, Tambeiro VL. Aplicações práticas da ergoespirometria no atleta. *Rev Soc Cardiol Estado de São Paulo* 2001; 11:695-705.
- Barros Neto TL, Cesar MC, Tambeiro VL. Avaliação da aptidão física cardiorrespiratória In: Ghorayeb N, Barros Neto TL. O exercício: preparação fisiológica, avaliação médica, aspectos especiais e preventivos. São Paulo: Editora Atheneu; 1999. 3-13.

Baum K, R  ther T, Essfeld D. Reduction of blood pressure response during strength training through Intermittent muscle relaxations. *Int J Sports Med* 2003; 24:441-5.

Benn SJ, McCartney N, McKelvie RS. Circulatory responses to weight lifting, walking, and stair climbing in older males. *J Am Geriatr Soc* 2003; 44: 121-5.

Bittencourt NFN, Amaral GM, Anjos MTS, D'Alessandro R, Silva AA, Fonseca ST. Avaliação muscular isocinética da articula  o do joelho em atletas das sele  oes brasileiras infante e juvenil de voleibol masculino. *Rev Bras Med Esporte* 2005; 11(6): 331-6.

Bottaro M, Russo A, Oliveira RJ. The effects of rest interval on quadriceps torque during an isokinetic testing protocol in elderly. *J Sports Sci Med.* 2005; 4:285-90.

Braith RW, Stewart KJ. Resistance exercise training: its role in the prevention of cardiovascular disease. *Circulation* 2006; 113(22): 2642-50.

Brum PC, Forjaz CLM, Tinucci T, Negr  o E. Adapta  es agudas e cr  nicas do exercício físico no sistema cardiovascular. *Rev Paul Educ F  s* 2004; 18:31-21.

Carter JB, Banister EW, Blaber A.P. Effect of endurance exercise on autonomic control of heart rate. *Sports Med* 2003; 33(1): 33-46.

Cicoira M, Zanolla L, Franceschini L, Rossi A, Golia G, Zamboni M, et al., Skeletal Muscle Mass Independently Predicts Peak Oxygen Consumption and Ventilatory Response During Exercise in Noncachectic Patients With Chronic Heart Failure. *JACC* 2001; 37(8):2080-85.

D'Assun  o W, Daltro M, Simão R, Polito M, Monteiro W. Respostas cardiovasculares agudas no treinamento de força conduzido em exercícios para grandes e pequenos grupamentos musculares. *Rev Bras Med Esporte* 2007; 13(2): 118-22.

Dvir Z. Isocinética: Avalia  es musculares, interpreta  es e aplica  es clínicas. São Paulo: Manole; 2002.

Evetovich, T.K., Housh TJ, Housh DJ, Johnson GO, Smith DB, Ebersole KT. The effect of concentric isokinetic strength training of the quadriceps femoris on electromyography and muscle strength in the trained and untrained limb. *J Strength Cond Res* 200; 15(4): 439-45.

Ernesto C, Bottaro M, Silva FM, Sales FPM, Celes RS, Oliveira RJ. Efeitos de diferentes intervalos de recuperação no desempenho muscular isocinético em idosos. *Rev Bras Fisioter* 2009;13(1):65-72.

Farinatti PTV, Assis BFC. Estudo de frequência cardíaca, pressão arterial e duplo produto em exercícios contra-resistência e aeróbio contínuo. *Rev Bras Ativ Física Saúde* 2000; 5:5-16.

Fleck S.J, Kraemer WJ. Fundamentos do treinamento de força muscular. 3ª ed. Porto Alegre: Artmed; 2006.

Forjaz CLM, Rezk CC, Melo CM, Santos DA, Teixeira L, Nery SS, et al. Exercício resistido para o voluntário hipertenso: indicação ou contra-indicação. *Rev Bras Hipertensão* 2003;10:119-24.

Garg R, Sorrentino M. Beta blockers for CHF: Adrenergic blockade dramatically reduces morbidity and mortality. *Postgraduate Medicine* 2001; 109(3): 49-56.

Gallo L Jr, Maciel BC, Marin Neto JA, Martins LEB. Sympathetic and parasympathetic changes in heart rate control during dynamic exercise induced by endurance training in men. *Braz J Med Biol Res* 1989; 22: 631-43.

Gotshall R, Gootman J, Byrnes W, Fleck S, Valovich T. Noninvasive characterization of the blood pressure response to the double-leg press exercise. *JEPonline* 1999;2:1-6.

Hassani A, Patikas D, Bassa E, Hatzikotoulas K, Kellis E, Kotzamanidis C. Agonist and antagonist muscle activation during maximal and submaximal isokinetic fatigue tests of the knee extensors. *Journal of Electromyography and Kinesiology* 2006; 16(6): 661-8.

Heffernan KS, Kelly, EE; Collier, SR; Fernhall, B. Cardiac autonomic modulation during recovery from acute endurance versus resistance exercise. *European Journal of Cardiovascular Prevention and Rehabilitation* 2006; 13(1): 80-6.

Jae SY, Carnethon MR, Heffernan KS, Choi YH, Lee MK, Park WH, et al. Slow heart rate recovery after exercise is associated with carotid atherosclerosis. *Atherosclerosis*, 2008. 196(1): p. 256-61.

Jeon HS, Trimble MH, Brunt D, Robinson ME. Facilitation of quadriceps activation following a concentrically controlled knee flexion movement: The influence of transition rate. *J Orthop Sports Phys Ther* 2001, 31(3):122-132.

Jeukendrup AE, Wallis GA. Measurement of Substrate Oxidation During Exercise by Means of Gas Exchange Measurements. *Int J Sports Med* 2005; 26: S28-S37.

Kelleher, AR, Hackney, KJ, Fairchild, TJ, Keslacy, S, and Ploutz- Snyder, LL. The metabolic costs of reciprocal supersets vs. traditional resistance exercise in young recreationally active adults. *J Strength Cond Res* 2010; 24(4): 1043–1051.

Leite TC, Farinatti PTV. Estudo da frequência cardíaca, pressão arterial e duplo produto em exercícios resistidos diversos para grupamentos musculares semelhantes. *Rev Bras Fisiol Exerc* 2003;2:29-49.

MacDougall JD, Tuxen D, Sale DG, Moroz JR, Sutton JR. Arterial blood pressure response to heavy resistance exercise. *J Appl Physiol*. 1985; 58: 785-90.

Maior A, Netto C, Eichwald A, et al. Influence of Intensity and Volume of Strength Training on Autonomic Cardiac System Behavior. *Rev. SOCERJ* 2009; 22 (4)201-209.

Malfatti CA, Rodrigues SY, Takahashi ACM, Silva E, Menegon FA, Mattiello-Rosa SM, et al. Análise da resposta da frequência cardíaca durante a realização de exercício isocinético excêntrico de grupamento extensor de joelho. *Rev. bras. fisioter* 2006; 10(1): 51-7.

Mancini DM, H Eisen, W Kussmaul, R Mull, LH Edmunds, Jr and JR Wilson. Value of peak oxygen consumption for optimal timing of cardiac transplantation in ambulatory patients with heart failure. *Circulation* 1991; 83:778–86.

Meirelles CM, Gomes PSC. Efeitos agudos da atividade contra-resistência sobre o gasto energético: revisando o impacto das principais variáveis. *Rev Bras Med Esporte* 2004; 10(2): 122-30.

Miranda H, Simão R, Lemos A, Dantas BHA, baptista LA, Novaes J. Análise da frequência cardíaca, pressão arterial e duplo produto em diferentes posições corporais nos exercícios resistidos. *Rev Bras Med Esporte*; 2005;11(5): 295-98.

Myers JN. *Essentials of Cardiopulmonary Exercise Testing*. Human Kinetics, 1996; 177.

Myers J, Froelicher VF. Optimizing the exercise test for pharmacological investigations. *Circulation* 1990;82:1839-46.

Monteiro MF, Filho DCS. Exercício físico e controle da pressão arterial. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte* 2004; 10(6): 513-6.

Paffenbarger RS, Lee I. Physical activity and fitness for health and longevity. *Am J Clin Nutr* 1996; 67(S3): 11-28.

Perloff D, Grim C, Flack J, Frohlich E, Hill M, McDonald M. Human blood pressure determination sphygmomanometry. *Circulation* 1993; 88: 2400-7.

Phillips WT, Ziuraitis JR. Energy cost of the ACSM single-set resistance training protocol. *J Strength Cond Res* 2003; 17:350-5.

Polito MD, Farinatti PTV. Comportamento da pressão arterial após exercícios contra-resistência: uma revisão sistemática sobre variáveis determinantes e possíveis mecanismos. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte* 2006; 12(6): 386-92.

Polito MD, Simão R, Nóbrega ACL, Farinatti PTV. Pressão arterial, frequência cardíaca e duplo-produto em séries sucessivas do exercício de força com diferentes intervalos de recuperação. *Rev Port Ciências Desp* 2004; 4:7-15.

Polito MD, Farinatti PTV. Respostas de frequência cardíaca, pressão arterial e duplo produto ao exercício contra resistência: uma revisão de literatura. *Rev Port Ciências Desp* 2003; 3:79-91.

Pollock ML, Wilmore JH. *Exercise in health and disease: evaluation and prescription for prevention and rehabilitation*. 2ª ed. Philadelphia: WB Saunders; 1990.

Portes EM, Portes LA, Botelho VG, Pinto SS. Isokinetic torque Peak and hamstrings/quadriceps ratios in endurance athletes with anterior cruciate ligament laxity. *CLINICS* 2007; 62(2):127-32.

Quitério RJ, Moraes FR, Oliveira L, Teixeira LC, Gallo Jr L, Catai AM et al. Influences of torque and joint angle on heart rate responses during isometric exercise in young men. *Rev. bras. Fisioter* 2007;11(3):185-190.

Reybrouck T, Ghesquiere J, Cattaert A, Fagard R, Amery A. Ventilatory thresholds during short and long term exercises. *J Appl Physiol* 1983; 55: 1964-1700.

Rothmuller C, Caffarelli E. Effect of vibration on antagonist muscle coactivation during progressive fatigue in humans. *J Physiol* 1995;485(3):857-64.

Sale DG, Moroz DE, McKelvie RS, MacDougall JD, McCartney N. Effect of training on the blood pressure response to weight lifting. *Can J Appl Physiol* 1994; 19: 60-74.

Sale DG, Moroz DE, McKelvie RS, MacDougall JD, McCartney N. Comparison of blood pressure response to isokinetic and weight-lifting exercise. *Eur J Appl Physiol* 1993; 67: 115-20.

Silva JL, Maranhão RC, Vinagre CG, Matos c. Efeitos do Treinamento Resistido na Lipoproteína de Baixa Densidade. *Rev Bras Med Esporte* 2010; 16(1): 71-7

Sociedade Brasileira de Cardiologia. Diretriz de reabilitação cardíaca. *Arq Bras Cardiol* 2005; 84 (5): 431-40.

Sociedade Brasileira de Cardiologia. I Consenso Nacional de Reabilitação Cardíaca (fase crônica). *Arq Bras Cardiol* 1997; 69:267-91.

Sullivan M, MacKiman MD. Errors in predicting functional capacity for postmyocardial infarction patients using a modified Bruce protocol. *Am Heart J* 1984;107:486-91.

Umpierre D, Stein R. Efeitos hemodinâmicos e vasculares do treinamento resistido: implicações para a doença cardiovascular. *Arq Bras Cardiol* 2007; 89(4): 256-62.

Vianna VBA, Damasceno VO, Vianna JM, Bottaro M, Lima JRP, Novaes J.S. et al. Relação entre frequência cardíaca e consumo de oxigênio durante uma aula de "step training". *Revista Brasileira de Ciência e Movimento*, 13(1): 29-36, 2005.

Wasserman K, Hansen JE, Sue DY, Casaburi R, Whipp BJ. *Principles of Exercise Testing and Interpretation*. 3rd ed. Lippincott: Williams & Wilkins; 1999.

Willardson JM. A brief review: factors affecting the length of the rest interval between resistance exercise sets. *J Strength Cond Res*. 2006; 20(4):978-84.

Willardson JM, Burkett LN. A comparison of 3 different rest intervals on the exercise volume completed during a workout. *J Strength Cond Res*. 2005; 19(1):23-6.

Williams AM, Haskell WL, Ades PA, Amsterdam EA, Bittner V, Franklin BA, Gulanick M, Laing ST, Stewart KJ. Resistance Exercise in Individuals With and Without Cardiovascular Disease: 2007 Update. *Circulation* 2007; 116: 572-84.

Wilmore JH, Parr RB, Ward P, Vodak PA, Barstow TJ, Pipes TV et al. Energy cost of circuit weight training. *Med Sci Sports* 1978; 10(2): 75-78.

World Health Organization. Defining the problem of overweight and obesity. In: World Health Organization. *Obesity: preventing and managing the global epidemic: report of a Who Consultation*. Geneva(WHO Technical Report Series, 894); 2000. p. 241-3.

ANEXOS



Anexo A

QUESTIONÁRIO INTERNACIONAL DE ATIVIDADE FÍSICA – VERSÃO CURTA –

Nome: _____

Data: ____/____/____ Idade : ____ Sexo: F () M ()

Nós estamos interessados em saber que tipos de atividade física as pessoas fazem como parte do seu dia a dia. Este projeto faz parte de um grande estudo que está sendo feito em diferentes países ao redor do mundo. Suas respostas nos ajudarão a entender quão ativos nós somos em relação à pessoas de outros países. As perguntas estão relacionadas ao tempo que você gasta fazendo atividade física na **ÚLTIMA** semana. As perguntas incluem as atividades que você faz no trabalho, para ir de um lugar a outro, por lazer, por esporte, por exercício ou como parte das suas atividades em casa ou no jardim. Suas respostas são **MUITO** importantes. Por favor, responda a cada questão mesmo que você não se considere ativo. Obrigado pela sua participação!

Para responder as questões lembre de que:

- atividades físicas **VIGOROSAS** são aquelas que precisam de um grande esforço físico e que fazem respirar **MUITO** mais forte que o normal
- atividades físicas **MODERADAS** são aquelas que precisam de algum esforço físico e que fazem respirar **UM POUCO** mais forte que o normal

Para responder as perguntas pense somente nas atividades que você realiza **por pelo menos 10 minutos contínuos** de cada vez.

1a Em quantos dias da última semana você **CAMINHOU** por pelo menos 10 minutos contínuos em casa ou no trabalho, como forma de transporte para ir de um lugar para outro, por lazer, por prazer ou como forma de exercício?

Dias: ____ por **SEMANA** () Nenhum

1b Nos dias em que você caminhou por pelo menos 10 minutos contínuos quanto tempo no total você gastou caminhando **por dia**?

horas: ____ Minutos: ____

2a. Em quantos dias da última semana, você realizou atividades **MODERADAS** por pelo menos 10 minutos contínuos, como por exemplo pedalar leve na bicicleta, nadar, dançar, fazer ginástica aeróbica leve, jogar vôlei recreativo, carregar pesos leves, fazer serviços domésticos na casa, no quintal ou no jardim como varrer, aspirar, cuidar do jardim, ou

qualquer atividade que fez aumentar **moderadamente** sua respiração ou batimentos do coração (**POR FAVOR NÃO INCLUA CAMINHADA**)

Dias: _____ por **SEMANA** () Nenhum

2b. Nos dias em que você fez essas atividades moderadas por pelo menos 10 minutos contínuos, quanto tempo no total você gastou fazendo essas atividades **por dia**?

Horas: _____ Minutos: _____

3a Em quantos dias da última semana, você realizou atividades **VIGOROSAS** por pelo menos 10 minutos contínuos, como por exemplo, correr, fazer ginástica aeróbica, jogar futebol, pedalar rápido na bicicleta, jogar basquete, fazer serviços domésticos pesados em casa, no quintal ou cavoucar no jardim, carregar pesos elevados ou qualquer atividade que fez aumentar **MUITO** sua respiração ou batimentos do coração.

Dias: _____ por **SEMANA** () Nenhum

3b Nos dias em que você fez essas atividades vigorosas por pelo menos 10 minutos contínuos quanto tempo no total você gastou fazendo essas atividades **por dia**?

Horas: _____ Minutos: _____

Estas últimas questões são sobre o tempo que você permanece sentado todo dia, no trabalho, na escola ou faculdade, em casa e durante seu tempo livre. Isto inclui o tempo sentado estudando, sentado enquanto descansa, fazendo lição de casa visitando um amigo, lendo, sentado ou deitado assistindo TV. Não inclua o tempo gasto sentando durante o transporte em ônibus, trem, metrô ou carro.

4a. Quanto tempo no total você gasta sentado durante um **dia de semana**?

_____ horas _____ minutos

4b. Quanto tempo no total você gasta sentado durante em um **dia de final de semana**?

_____ horas _____ minutos

PERGUNTA SOMENTE PARA O ESTADO DE SÃO PAULO

5. Você já ouviu falar do Programa Agita São Paulo? () Sim () Não

6. Você sabe o objetivo do Programa? () Sim () Não

APÊNDICE

APENDICE A

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

O senhor está sendo convidado como voluntário a participar do projeto de pesquisa intitulado: **EFEITO AGUDO DO EXERCÍCIO RESISTIDO SUPERSÉRIE NAS RESPOSTAS CARDIORRESPIRATÓRIAS E METABÓLICAS DE JOVENS ATIVOS.**

Fazer parte deste estudo é totalmente voluntário e você pode se recusar a participar ou pode se retirar do estudo a qualquer momento, sem nenhuma interferência no seu tratamento médico. Outras informações detalhadas serão fornecidas a seguir. É importante que você leia estas informações antes de decidir se deve participar. O médico quer que você entenda todas as informações contidas neste documento e no estudo do qual você participará; portanto, sinta-se inteiramente à vontade para fazer perguntas.

Informações sobre a finalidade do estudo:

A atividade física é importante para a manutenção da saúde e qualidade de vida. O exercício físico, tem se demonstrado como eficiente terapêutica, demonstrando benefícios relacionados à capacidade funcional, qualidade de vida, sintomas e morbi-mortalidade. Entretanto, dentre as diversas formas de prescrição de exercício, o resistido (ER) ainda parece controverso especialmente no que diz respeito à segurança e impacto nos músculos.

Nesta pesquisa vamos avaliar seu desempenho e alterações no seu coração e respiração durante a realização de um exercício de força, com o objetivo de analisar em quais das formas de realização do exercício de força você consegue produzir mais força e em quais deles é produzido menor **sobrecarga cardiovascular**. Para isso, durante a realização dos exercícios haverá monitoração contínua dos batimentos do coração, pressão arterial e oxigenação.

O que acontecerá se eu participar deste estudo?

Se depois de ler este termo de consentimento livre e esclarecido, você concordar em participar, os procedimentos do estudo abaixo listados serão iniciados. Sua participação no estudo durará no mínimo **3 (três)** semanas e no máximo **05 (cinco)** semanas.

A avaliação inicial consta de: questionário com perguntas sobre a sua doença ou outras doenças que você possua ou não, sobre os medicamentos que você toma atualmente, realização de exame físico pelo médico do estudo e medição de seus sinais vitais (frequência cardíaca, pressão arterial, peso, altura, circunferência abdominal e do quadril). Você responderá algumas perguntas, mas terá plena

liberdade de recusar a responder caso não queira. Segue-se então a avaliação em exercício (ergoespirometria) realizada no Setor de Ergometria do Instituto de Cardiologia do Distrito Federal. O teste de exercício consiste na realização de esforço em uma esteira, com intensidade crescente, com uma máscara para medição da respiração, levando-o ao esforço máximo. Este exame será realizado por médico habilitado e experiente no procedimento, e todos os esforços serão realizados com foco a minimizar qualquer risco ao voluntário.

Após estas duas avaliações iniciais, os indivíduos que não apresentarem risco para realização de exercício fora de ambiente hospitalar, serão encaminhados ao Laboratório de Força Muscular da Faculdade de Educação Física da Universidade de Brasília, para realização dos testes de força muscular. Você deverá realizar 1 (uma) visita por semana à faculdade, por um período de 3 semanas, a fim de completar a coleta de todos os dados da pesquisa, sendo uma das visitas destinada a avaliação e as outras para exercício. O protocolo tem duração diária estimada de 1 hora e 30 minutos. Durante a realização dos exercícios pode ocorrer cansaço, mas você poderá reduzir a velocidade ou até mesmo parar para descansar.

Tanto no início quanto no fim dos exercícios, a pressão arterial será medida. Este procedimento não é invasivo e não deve produzir nenhum desconforto para realização.

Quais são os custos?

Não há despesas pessoais para o participante em qualquer fase do estudo, incluindo exames e consultas. Também não há compensação financeira relacionada à sua participação. Se existir qualquer despesa adicional, ela será absorvida pelo orçamento da pesquisa. Caso seja necessário, os indivíduos receberão auxílio, para transporte entre os locais da pesquisa e alimentação, sendo este custeado pelo pesquisador.

Quais são os riscos relacionados aos procedimentos realizados durante o estudo?

Em raras situações, durante a realização do teste de exercício, podem surgir durante ou imediatamente após o esforço, certas anormalidades, tais como: dor no peito, tontura, elevação ou queda considerável da pressão arterial, irregularidade do ritmo cardíaco, falta de oxigênio no coração (isquemia miocárdica). E em raríssimas ocasiões, complicações mais sérias podem advir, tais como infarto agudo do miocárdio, parada cardio-respiratória e morte (menos de 1 caso para cada 20.000 exames). Para minimizar ao máximo, qualquer risco, o exame é realizado por médico experiente e com aparelhos e medicamentos de emergência para tratar qualquer complicação.

Este trabalho não oferecerá riscos expressivos à sua saúde, já que não realizará movimentos anormais, não entrará em contato com quaisquer substâncias nocivas, nem terá qualquer tipo de instrumento introduzido em seu corpo.

Quais os benefícios da minha participação?

Acreditamos que o presente estudo nos trará informações importantes sobre a melhor forma de exercício para ganho de força e resistência muscular, além de identificar aquele que possa gerar maior estresse cardiovascular e no seu metabolismo, propiciando uma melhor prescrição de exercícios.

Privacidade e confiabilidade:

O (s) pesquisador (es) irá (ão) tratar a sua identidade com padrões profissionais de sigilo. Os resultados do exame clínico, laboratorial, da pesquisa, etc serão enviados para você e permanecerão confidenciais. Seu nome ou o material que indique a sua participação não será liberado sem a sua permissão. Você não será identificado em nenhuma publicação que possa resultar deste estudo

Por quanto tempo as informações de saúde sobre a minha pessoa serão usadas ou compartilhadas com outros?

O pesquisador se comprometerá a utilizar os dados e os materiais coletados somente para realização desta pesquisa, sendo guardadas por tempo indeterminado a fim de realizar quaisquer revisões que se façam necessárias nos resultados obtidos.

Publicação dos resultados ou uso para fins didáticos:

Os dados coletados durante o trabalho serão utilizados para publicação de artigos em revistas nacionais e internacionais, além de serem apresentados em congresso nacionais e internacionais na área de exercício físico e da cardiologia e Reabilitação.

Solicitação de mais informações:

Você tem assegurado o direito de ser mantido atualizado sobre os resultados parciais da pesquisa, quando em estudos abertos, ou de resultados que sejam de conhecimento dos pesquisadores;

Em qualquer etapa do estudo você terá acesso aos profissionais responsáveis pela pesquisa para esclarecimento de eventuais dúvidas. O principal

investigador no Instituto de Cardiologia do Distrito Federal é a Dra. Alexandra Lima Sánchez, que pode ser encontrada no seguinte endereço: Instituto de Cardiologia do Distrito Federal, Est. Parque Contorno do Bosque s/nº, Cruzeiro Novo, CEP: 70658-700, Tel: (61) 3403-5404. E na Universidade de Brasília o principal investigador é o Dr. Gerson Cipriano Jr., que pode ser encontrado no seguinte endereço: Faculdade de Educação Física, Campus Darcy Ribeiro, Asa Norte, CEP: 70910-900, Tel.: (61) 3307-2252. Se você tiver alguma consideração ou dúvida sobre ética em pesquisa, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) situado no Instituto de Cardiologia do Distrito Federal, Est. Parque Contorno do Bosque s/nº, Cruzeiro Novo, CEP: 70658-700, Tel: (61) 3403-5404.

Recusa ou retirada da participação:

É garantida a liberdade da retirada de consentimento a qualquer momento e deixar de participar do estudo.

E se eu sofrer algum dano em consequência de participar deste estudo?

Em caso de dano pessoal, diretamente causado pelos procedimentos propostos neste estudo, o participante tem direito a tratamento médico na Instituição, bem como às indenizações legalmente estabelecidas;

Consentimento para participar da pesquisa e autorização para usar ou liberar informações de saúde para pesquisa:

Fui informado que o protocolo experimental consistirá basicamente em uma avaliação médica, protocolo de exercícios e por fim de alguns exames laboratoriais, e que tais procedimentos não comprometerão do ponto de vista da saúde minhas atividades cotidianas.

Acredito ter sido suficientemente informado a respeito das informações que li ou que foram lidas para mim, descrevendo o estudo **Efeito Agudo do Exercício Resistido Supersérie nas Respostas Cardiorrespiratórias e Metabólicas de Jovens Ativos**.

Eu discuti com **Dra. Alexandra Lima Sánchez ou Lourenzo Brito**, sobre a minha decisão em participar deste estudo. Ficaram claros para mim quais são os propósitos do estudo, os procedimentos a serem realizados, seus desconfortos e riscos, as garantias de confidencialidade e de esclarecimentos permanentes. Ficou claro também que minha participação é isenta de despesas e que tenho garantia do acesso a tratamento hospitalar quando necessário. Concordo voluntariamente em participar deste estudo e poderei retirar o meu consentimento a qualquer momento, antes ou durante o mesmo, sem penalidades ou prejuízo ou perda de qualquer benefício que eu possa ter adquirido.

Assinatura do voluntário ou representante legal
__/__/____

Data

Assinatura da testemunha

Data __/__/____

Assinatura do pesquisador

Data __/__/____

APÊNDICE B

FICHA DE AVALIAÇÃO / ANAMNESE

Data: ____/____/____.

Dados Pessoais

Nome: _____

Sexo: () Masculino () Feminino

Estado Civil: () Solteiro () Casado () Divorciado () Viúvo

Data de Nascimento: ____/____/____. Idade: _____

Membro Dominante: () Direito () Esquerdo

Dados Antropométricos

Peso: _____ Altura: _____ IMC: _____

Cintura: _____ Quadril: _____ RCQ: _____

Dinamometria Isocinética

Torque (Nm): _____ Velocidade Angular ($^{\circ}/_{seg}$): _____

Posição Articular (A°): _____

Comportamento cardiorrespiratório

VO_2 : _____ VCO_2 : _____ CO_2 : _____

Ventilação Pulmonar: _____ SpO_2 : _____

Doenças Metabólicas

() Diabetes Tipo: _____ Quanto Tempo: _____

() Hipertiroidismo Tipo: _____ Quanto Tempo: _____

() Hipotiroidismo Tipo: _____ Quanto Tempo: _____

() Obesidade Tipo: _____ Quanto Tempo: _____

() Outras Quais: _____