

Artigo de Revisão

DIFERENÇAS ENTRE OS GÊNEROS NA RESISTÊNCIA À FADIGA E NA RECUPERAÇÃO DO TREINAMENTO DE FORÇA

Amilton Vieira¹ e André Bonadias Gadelha¹

RESUMO

Introdução: Embora sejam reconhecidas diferenças entre os gêneros, as recomendações para a prescrição do treinamento de força (TF) não diferenciam homens de mulheres. A otimização dos benefícios advindos do TF depende do conhecimento e da manipulação de variáveis importantes.

Objetivo: investigar estudos que compararam diferenças no desempenho de homens e mulheres em resposta a manipulação do intervalo de recuperação, a resistência à fadiga e a recuperação após TF.

Métodos: Foi realizada uma busca eletrônica da literatura no PubMed em fevereiro de 2014. Dentre os descritores utilizados, foram encontrados 12 estudos.

Conclusão: Com base nos estudos investigados, destaca-se que a diferença entre homens e mulheres, em relação à força absoluta, pode ser considerada para a prescrição do treino. No entanto, outros aspectos contribuem para as disparidades físicas entre os gêneros.

Palavras chave: Diferenças entre gêneros, treinamento de força, exercício resistido.

ABSTRACT

Introduction: Although there are differences between genders, the strength training guidelines' recommendations do not differentiate men and women. There are evidences suggesting that women have better fatigue resistance and can recovery themselves faster than men. The benefits optimization of strength training is dependent of knowledge and manipulation of important variables, such as the rest interval between sets and training frequency.

Objective: This review investigated the available literature studies that compared differences on performance of both men and women about the rest interval manipulation response, fatigue resistance, and recovery post strength training.

Methods: An electronic search of the literature in PubMed was performed in February 2014. Among the descriptors used, 12 studies were found.

Conclusion: The differences highlighted between men and women, regarding absolute strength, might be considered during training prescription. However, there are other aspects that contribute for disparities between genders. Future studies should consider these differences and compare men and women with similar strength capacities during high intensity effort.

Keywords: Differences between genders, strength training, resistance exercise.

1. Faculdade de Educação Física da Universidade de Brasília (UnB), Brasília, Distrito Federal, Brasil.

Endereço para correspondência

Universidade de Brasília (UnB),
Campus Universitário Darcy Ribeiro,
Faculdade de Educação Física,
Brasília – Distrito Federal – Brasil.
CEP: 70910-900

E-mail

andrebonadias@gmail.com

Submetido em 01/03/2014

Aceito em 01/04/2014

INTRODUÇÃO

A fadiga muscular pode ser definida como a diminuição transitória da capacidade de produção de força [1], entretanto, este processo pode ser influenciado por diversos fatores, tais como a massa muscular, o tipo de contração muscular e o tipo de fibra predominantemente envolvida durante a demanda contrátil [2]. Embora ainda não seja um consenso, é reportado na literatura que as mulheres têm maior resistência à fadiga quando comparadas aos homens, especialmente em atividades de baixa a moderada intensidade [1, 2]. Contudo, as diferenças verificadas no desempenho entre os gêneros são atribuídas a maior massa muscular, maior taxa metabólica, e ao padrão de recrutamento neuromuscular dos homens [1].

O treinamento de força (TF) tornou-se uma das atividades físicas sistematizadas mais populares para ambos os gêneros, devido aos benefícios adquiridos para a aptidão física de seus praticantes [3]. O programa de TF depende da manipulação de variáveis importantes, como: a velocidade de movimento, o intervalo de recuperação, a frequência, o volume e a intensidade de treino [3, 4]. A otimização do desempenho depende do amplo conhecimento acerca destas variáveis, bem como da interação entre elas. Como exemplo, foi demonstrado em uma revisão sistemática com meta-análise [5] que, para o aumento de força muscular, as séries múltiplas são superiores quando comparadas a execução de série única no TF. Todavia, a superioridade das séries múltiplas está relacionada à habilidade de sustentar um maior número de repetições ao longo das séries, que por sua vez é dependente da resistência à fadiga e do intervalo de recuperação [6].

Outra variável importante durante a manipulação do TF é a frequência de treino semanal [4], a qual é dependente da adequada recuperação entre as sessões de treino. Evidências demonstraram ganhos superiores de força com um maior número de sessões semanais. Mclester et al. [7] compararam os ganhos de força entre uma sessão e três sessões de treino semanais. Após 12 semanas, o grupo que treinou apenas uma vez obteve apenas 62% dos ganhos adquiridos pelo grupo que treinou três vezes por semana. Posteriormente, em uma meta-análise, Rhea et al. [8] evidenciaram a

superioridade do maior número de sessões semanais nos ganhos de força.

O Colégio Americano de Medicina do Esporte (ACSM) segmenta suas recomendações conforme o nível individual de treinamento. Os iniciantes em TF recebem diferentes recomendações quanto à intensidade, frequência, e volume de indivíduos considerados intermediários (com aproximadamente seis meses de prática) ou de avançados (anos de prática). No entanto, homens e mulheres recebem as mesmas recomendações. Considerando as diferenças entre os gêneros, é razoável que seja proposto diferentes recomendações quanto à prescrição do TF. Dessa forma, o objetivo da presente revisão foi reunir e investigar estudos envolvendo TF, que: i) comparem a resistência à fadiga entre os gêneros; ii) comparem o desempenho muscular de homens e mulheres em diferentes intervalos de recuperação entre as séries; e iii) comparem a recuperação do desempenho muscular de homens e mulheres.

MÉTODOS

Foi realizada uma busca eletrônica da literatura no PubMed em fevereiro de 2014. As seguintes palavras chave no idioma inglês foram utilizadas com diferentes combinações: 'rest interval', 'rest period', 'recovery', 'recovery time' e 'fatigue', 'training volume', 'repetitions', 'sets', 'resistance training', 'resistance exercise', 'strength training', 'gender', 'sex', 'men and women' e 'male and female'. As combinações resultaram na inclusão de 12 artigos originais que investigaram as diferenças entre os gêneros durante a manipulação do intervalo de recuperação, resistência à fadiga e recuperação do desempenho (tabela 1).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Resistência à Fadiga

Tipicamente é reportado que as mulheres são mais resistentes à fadiga que os homens, especialmente em atividades de leve a moderada intensidade [1]. No entanto, quando são considerados estudos que investigaram a resistência à fadiga durante o TF, os resultados

não convergem em uma única direção. Há estudos que verificaram uma maior resistência à fadiga das mulheres [9, 10], enquanto outros não verificaram diferenças entre os gêneros [11, 12]. Pincivero et al. [9] examinaram as diferenças entre os gêneros para torque, trabalho, potência e fadiga muscular durante contrações isocinéticas máximas dos extensores e flexores do joelho. Os participantes realizaram uma série de 30 contrações recíprocas a 180°/s. Neste estudo, os homens demonstraram maior torque, trabalho e potência que as mulheres. Por outro lado, os homens exibiram maior taxa de fadiga. Os autores sugeriram que, durante contrações máximas, homens têm maior suscetibilidade à fadiga, sendo possivelmente explicado pela maior capacidade de produção de força.

Por outro lado, quando foram utilizadas contrações submáximas para mensurar a resistência à fadiga, não foram verificadas diferenças entre homens e mulheres [12]. Em outro estudo de Pincivero et al. [12], foram investigadas as diferenças entre os gêneros para força e resistência à fadiga durante uma única série de contrações dos extensores do joelho. Os participantes realizaram contrações até a falha concêntrica com 50% de 1RM. Os homens executaram o exercício com maiores cargas absolutas, porém o número de repetições realizadas não foi diferente em comparação ao grupo composto por mulheres. A partir dos resultados apresentados por Pinciveiro et al. [9, 12], observa-se que durante contrações máximas a menor resistência à fadiga dos homens pode ser explicada devido a maior produção de força absoluta. Além disso, em protocolo de contrações submáximas, a resistência à fadiga durante o TF é similar entre os gêneros. Contudo, esta hipótese não encontra respaldo quando a força absoluta de homens e mulheres foi normalizada.

Hunter et al. [10] compararam o tempo até a fadiga em uma séries de contrações submáximas pareando a força de homens e mulheres. A fadiga dos flexores do cotovelo foi investigada durante contrações intermitentes, realizada em ciclos de 6s de contração com 4s repouso, a 50% da força máxima. Independente da produção de força similar entre os gêneros, o tempo até a fadiga foi largamente superior nas mulheres comparado aos homens (1.408±1.133s vs. 513±194s). Dessa forma, é provável que, além

da força absoluta, outros fatores podem contribuir para as diferenças no desempenho de homens e mulheres.

Um estudo recente adicionou informações importantes a esta temática. Dipla et al., [11] examinaram a produção de força e a resistência à fadiga de crianças, adolescentes e adultos de ambos os sexos. Os participantes realizaram 4 séries de 18 repetições máximas para extensores e flexores do joelho a 120°/s. Foram mensurados pico de torque, trabalho total e resistência à fadiga. Nos gênero masculino, a resistência à fadiga foi maior nas crianças quando comparadas aos adolescentes e adultos. Ademais, o grupo de adolescentes apresentou maior resistência à fadiga quando comparado ao grupo dos adultos. No gênero feminino, a resistência à fadiga também foi superior nas crianças quando comparadas às adolescentes e adultas, porém sem diferença entre adolescentes e adultas. O estudo apresenta resultados similares para a resistência à fadiga entre crianças, adolescentes e adultos de ambos os sexos. Adicionalmente, a resistência à fadiga foi correlacionada com torque e trabalho ($r = -0.68$ a -0.84) e a idade correlacionou-se com a resistência à fadiga de homens ($r = -0.75$) e mulheres ($r = -0.55$). Os autores concluíram que a resistência à fadiga durante o exercício de alta intensidade tende a uma gradual diminuição desde a infância até a vida adulta nos homens, enquanto que nas mulheres o perfil se estabiliza na adolescência. Portanto, a capacidade de produção de força e a idade estão relacionadas com a resistência à fadiga e não há diferenças na resistência à fadiga entre os gêneros [11].

Além das evidentes diferenças na produção de força entre os gêneros, outros fatores relacionados à atividade enzimática, utilização de substratos energéticos e aspectos neurais também poderiam contribuir para as diferenças no desempenho de homens e mulheres. Além disso, é importante que seja considerado as características do exercício, tais como: a intensidade e o tipo de contração muscular (isométrica ou dinâmica). Dentre os poucos estudos que objetivaram a comparação da resistência à fadiga de homens e mulheres, os resultados contraditórios reportados dificultam o estabelecimento de um consenso. Futuros estudos são necessários para um maior esclarecimento sobre as diferenças entre os

Tabela 1. Resumo dos estudos encontrados e analisados.

Estudo	População	Protocolo	Intervalo de recuperação	Principal achado	Conclusão
Celes et al. 2010 [2]	Jovens sedentários	3 séries de 10 repetições isocinéticas à 60 e 180°/s do extensores do joelho	60s e 120s	♀ 60s é suficiente para recuperação da força em ambas as velocidades analisadas; ♂ precisam de intervalo > 120s para a menor velocidade, e > 60s para a maior velocidade.	♂ precisam de maior intervalo de recuperação
Judge & Burke, 2010 [17]	Atletas universitários experiência em TF recreacionamente treinados em TF	5 séries com intensidades que variaram entre 50 a 100% da carga de 5RM no exercício supino	4h, 24h e 48h	♂ necessitaram de 48h para recuperar a produção de força enquanto que 4h foram suficientes para o grupo das ♀	A recuperação da força foi mais rápida nas ♀, independente do histórico de treinamento
Hakkinen, 1993 [18]	Não informada	20 repetições com 100% da carga máxima	1h, 2h, 24h e 48h	A recuperação da força na primeira hora foi superior nas ♀	♂ demonstram maior fadiga e sua recuperação é mais lenta que nas ♀
Rinard et al., 2000 [19]	Jovens sem experiência em TF	70 contrações excêntricas com 3s de duração, resistência manual realizada pelo avaliador	24h, 32h, 48h, 72h, 96h, 120h, 144h e 168h	♀ tiveram maior perda na ADM em de 72h até 168h pos exercício	Ambos os grupos tiveram recuperação similar da força e dor, mas a ADM das ♀ foi mais afetada pelo exercício
Pincivero et al., 2003 [9]	Jovens recreacionalmente ativos	1 série de 30 repetições isocinética para os flexores e extensores do joelho à 180°/s	-	♂ exibiram maior taxa de fadiga para ambos os grupos musculares	♂ são mais suscetíveis a fadiga que as ♀
Hunter et al., 2003 [10]	Jovens saudáveis	Série intermitente (6s de esforço seguido de 4s de recuperação) de contrações isométricas a 50% CIVM até uma queda na força >10%.	-	♀ obtiveram um maior tempo de trabalho até a fadiga	♂ são menos resistentes a fadiga
Dipla et al., 2009 [11]	Crianças, adolescente e adultos fisicamente ativos	4 séries de 18 repetições isocinéticas para os flexores e extensores do joelho à 120°/s	60s	Resistência à fadiga similar entre os gêneros em todas as idades	intervalos similar entre ♂ e ♀

Diferença entre gêneros no treinamento de força

Flores et al., 2011 [20]	Jovens fisicamente ativos sem experiência em TF	8 séries de 10 repetições	0h, 24h, 48h, 72h e 96h	♀ tiveram um recuperação mais lenta do desempenho	♀ podem necessitar de maior intervalo de recuperação entre as sessões de treino
Ratamess et al., 2012 [14]	Jovens com experiência em TF	3 séries até a falha em 4 diferentes exercícios	60s, 120s e 180s	Independente da duração do intervalo as ♀ realizaram mais repetições	♀ são mais resistentes à fadiga. É necessário maior intervalo de recuperação para os ♂
Ratamess et al., 2012 [13]	Jovens com experiência em TF	3 séries de até 10 repetições de supino	60s, 120s e 180s	♀ realizaram mais repetições nos 3 intervalos analisados	♀ são mais resistentes à fadiga. É necessário maior intervalo de recuperação para os ♂
Pincivero et al., 2004 [12]	Jovens fisicamente ativos sem experiência em TF	1 série de repetições até a falha com 50% 1RM para os extensores do joelho	-	♂ e ♀ não diferiram na quantidade de repetições	Não há diferença entre os gêneros em contrações submáximas dos extensores do joelho

♂ = homens; ♀ = mulheres; ADM = Amplitude de Movimento; TF = Treinamento de Força.

gêneros masculino e feminino, quanto à resistência à fadiga.

Intervalo de recuperação entre séries múltiplas do treinamento de força

O intervalo de recuperação entre as séries é prescrito baseado no objetivo do treino. Atualmente, são recomendados intervalos de maior duração quando o objetivo é o desenvolvimento de força e potência muscular (2 a 5 minutos) e intervalos de menor duração quando a meta é hipertrofia e melhora na resistência muscular (30 a 90s) [3]. No entanto, estas recomendações não consideram as diferenças do desempenho entre homens e mulheres [1]. Alguns estudos que comparam o desempenho entre os gêneros masculino e feminino com os mesmos intervalos de recuperação entre séries apontam para o desempenho superior das mulheres. Por exemplo, Celes et al. [2] compararam a influência do intervalo de recuperação de 60 ou 120s entre contrações isocinéticas dos extensores do joelho de jovens sem experiência em TF. Os participantes foram avaliados durante 3 séries de 10 repetições à 60 e 180°/s. Neste estudo, as mulheres recuperaram completamente os níveis iniciais de força na maior velocidade com o intervalo de 60s, enquanto os homens precisaram de 120s. A partir dos resultados pôde ser concluído que as mulheres recuperam a força na metade do tempo dos homens durante o protocolo de contrações de alta velocidade.

Outro estudo demonstrou resultados similares durante contrações isoinerciais. Ratamess et al. [13] investigaram os efeitos da duração do intervalo de recuperação sobre o desempenho de homens e mulheres com experiência em treinamento de força. O protocolo consistiu na execução de 3 séries de repetições até a falha concêntrica com 75% de 1RM usando 60, 120 ou 180s de intervalos de recuperação entre as séries. Número de repetições realizadas, potência e velocidade média foram comparados entre os gêneros. As mulheres realizaram maior número de repetições que os homens em todos os diferentes intervalos de recuperação (60s = 27 vs 21; 120s = 29 vs. 24; e 180s = 30 vs. 25). Além disso, o declínio na velocidade e na potência foram maiores nos homens do que nas mulheres. Os autores concluíram que a força máxima tem papel

predominante no desempenho do exercício e sugeriram que intervalos de recuperação mais curtos sejam recomendados para mulheres. Em outro estudo de protocolo similar, Ratamess et al. [14] avaliaram a influência da manipulação dos mesmos intervalos de recuperação durante a realização de quatro exercícios diferentes (supino reto, supino inclinado, desenvolvimento e remada). Com resultados similares ao estudo anterior, as mulheres realizaram mais repetições que os homens, independentemente dos intervalos de recuperação. Além disso, as mulheres demonstraram menor queda na potência e na velocidade ao longo das séries.

Considerando que a produção de força seja positivamente correlacionada com fadiga muscular [13], a maior produção de força apresentada pelo gênero masculino surge como uma possível justificativa para a menor resistência à fadiga deste grupo. Outras prováveis explicações para as diferenças entre homens e mulheres seriam algumas características apresentadas pelo gênero feminino: i) menor depleção e a ressíntese mais rápida dos estoques de ATP, ii) menor resposta adrenérgica, e iii) menor quebra do glicogênio muscular em resposta ao exercício de alta intensidade e curta duração [15, 16]. Consequentemente, proporciona às mulheres uma maior resistência à fadiga.

Em suma, tanto a maior resistência à fadiga quanto a maior capacidade de recuperação das mulheres deverão ser consideradas durante a prescrição do intervalo de recuperação entre séries múltiplas do TF.

Recuperação do desempenho entre as sessões

Os benefícios advindos do TF dependem da interação de uma série de fatores. Dentre estes fatores, é possível destacar a frequência de treino semanal, ou seja, o número de treinos realizados durante uma semana. Segundo o ACSM, a frequência ótima depende do volume e intensidade, da seleção de exercícios, da habilidade de recuperação, do nível de condicionamento e da quantidade de grupos musculares treinados. Ainda segundo o ACSM, é recomendado que os indivíduos considerados iniciantes em TF tenham uma frequência semanal de 2 a 3 vezes, os sujeitos com nível intermediário de treinamento de 3 a 4 vezes

semanais, e, os praticantes considerados avançados, recomenda-se uma frequência de 4 a 5 vezes por semana [4].

Todavia, as recomendações supramencionadas consideram apenas o nível de treinamento individual. Sendo assim, é razoável sugerir que outros fatores capazes de influenciar o volume de treino semanal, como as diferenças na produção de força e a resistência à fadiga, sejam considerados para a prescrição do treino em ambos os gêneros. Neste sentido, Judge & Burke [17] compararam a recuperação do desempenho de jovens universitários com experiência em treinamento de força por 48 horas. Os sujeitos realizaram 5 séries de supino em intensidades que variaram de 50 a 100% da percepção de 5 RM. O desempenho foi restabelecido nos homens somente após 48 horas de recuperação, enquanto que 4 horas foram suficientes para as mulheres reestabelecerem os níveis iniciais. Outro estudo obteve resultados similares [18], ao avaliar a recuperação neuromuscular após um protocolo envolvendo 20 repetições de agachamento com 100% de 1RM. Imediatamente após o exercício, a redução na força foi mais pronunciada nos homens do que nas mulheres (24% vs. 20%, respectivamente). A recuperação da força na primeira hora foi superior nas mulheres; nos demais períodos, a recuperação foi equivalente entre os sexos.

Por outro lado, um estudo não mostrou diferenças na recuperação [19], enquanto outro verificou melhor recuperação dos homens [20]. Rinard et al. [19] examinaram as diferenças entre os gêneros em resposta ao exercício excêntrico de alta intensidade em uma grande amostra de sujeitos (83 mulheres e 82 homens). Os participantes realizaram uma série de 70 contrações excêntricas para os flexores do cotovelo. A recuperação da força, amplitude de repouso e dor foram avaliados nos sete dias subsequentes ao protocolo de exercícios. Os resultados demonstraram que ambos os gêneros apresentaram diminuição acentuada na produção de força após o protocolo, porém sem diferenças entre os grupos. A dor apresentou comportamento similar ao da força, embora as mulheres tenham apresentado maior perda da amplitude de repouso quando comparadas aos homens.

Flores et al. [20] compararam a recuperação de homens e mulheres após um protocolo tradicional de TF. Jovens destreinados realizaram 8 séries de 10 repetições para os flexores do cotovelo. As variáveis (força, edema e dor muscular) foram acompanhadas imediatamente após, 24, 48, 72 e 96 horas após a sessão. Os autores concluíram que a perda da força foi similar entre homens e mulheres imediatamente após o exercício. No entanto, a recuperação da força foi mais lenta no grupo das mulheres. Estudos que compararam as respostas entre os gêneros em modelos animais após protocolo de exercícios extenuantes reportaram que as fêmeas tem menor dano [21] e menor aumento de creatina quinase (CK) comparadas aos machos [22, 23]. Uma possível justificativa para o menor dano muscular seria devido os altos níveis de estrogênio circulantes nas fêmeas. Tem sido sugerido que o estrogênio desempenha um papel protetor, agindo como estabilizador dos sarcômeros e com ação antioxidante comprovada [22, 24]. Em contrapartida, um estudo demonstrou dano muscular similar entre os gêneros e uma possível explicação seria o histórico de uso muscular [20]. Desde a infância as mulheres tendem a ser fisicamente menos ativas que os homens [25] e, como consequência deste comportamento cultural, elas estariam menos habituadas a produção de força. É bem estabelecido que a magnitude do dano é proporcional ao nível de treinamento, sendo superior em indivíduos destreinados [26]. Considerando os poucos estudos que compararam a recuperação entre os gêneros e os resultados contraditórios, é evidente a necessidade de maiores investigações. Estudos como estes contribuiriam para uma fundamentação aprimorada na prescrição de uma frequência semanal diferenciada entre homens e mulheres.

CONCLUSÃO

Embora seja proposto que os homens sejam mais suscetíveis à fadiga que as mulheres em um amplo espectro de atividades, esta informação deve ser vista com cautela durante o TF. Os resultados contraditórios encontrados na literatura fundamentam a necessidade de maiores estudos para confirmação desta

hipótese. Possivelmente, os resultados controversos sejam relacionados aos diferentes níveis de força de homens e mulheres e à intensidade do exercício. O maior esclarecimento dos mecanismos responsáveis pelos diferentes resultados do desempenho entre os gêneros trará importante consideração para a prescrição do TF. Conforme proposto em alguns estudos, é possível sugerir que a duração dos intervalos de recuperação entre as séries poderão ser reduzidas em mulheres praticantes de TF, especialmente em intensidades superiores a 70% da carga máxima.

REFERÊNCIAS

- [1] Billaut, F. and D. Bishop, Muscle fatigue in males and females during multiple-sprint exercise. *Sports Med*, 2009. **39**(4): p. 257-78.
- [2] Celes, R., et al., Gender muscle recovery during isokinetic exercise. *Int J Sports Med*, 2010. **31**(12): p. 866-9.
- [3] de Salles, B.F., et al., Rest interval between sets in strength training. *Sports Med*, 2009. **39**(9): p. 765-77.
- [4] American College of Sports, M., American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc*, 2009. **41**(3): p. 687-708.
- [5] Rhea, M.R., B.A. Alvar, and L.N. Burkett, Single versus multiple sets for strength: a meta-analysis to address the controversy. *Res Q Exerc Sport*, 2002. **73**(4): p. 485-8.
- [6] Willardson, J.M., A brief review: factors affecting the length of the rest interval between resistance exercise sets. *J Strength Cond Res*, 2006. **20**(4): p. 978-84.
- [7] McLester, J.R., P. Bishop, and M.E. Guilliams, Comparison of 1 day and 3 days per week of equal-volume resistance training in experienced subjects. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 2000. **14**(3): p. 273-281.
- [8] Rhea, M.R., et al., A meta-analysis to determine the dose response for strength development. *Med Sci Sports Exerc*, 2003. **35**(3): p. 456-64.
- [9] Pincivero, D.M., C.M. Gandaio, and Y. Ito, Gender-specific knee extensor torque, flexor torque, and muscle fatigue responses during maximal effort contractions. *Eur J Appl Physiol*, 2003. **89**(2): p. 134-41.
- [10] Hunter, S.K., et al., Men are more fatigable than strength-matched women when performing intermittent submaximal contractions. *J Appl Physiol*, 2004. **96**(6): p. 2125-32.
- [11] Dipla, K., et al., Fatigue resistance during high-intensity intermittent exercise from childhood to adulthood in males and females. *Eur J Appl Physiol*, 2009. **106**(5): p. 645-53.
- [12] Pincivero, D.M., A.J. Coelho, and R.M. Campy, Gender differences in perceived exertion during fatiguing knee extensions. *Med Sci Sports Exerc*, 2004. **36**(1): p. 109-17.
- [13] Ratamess, N.A., et al., The effects of rest interval length on acute bench press performance: the influence of gender and muscle strength. *J Strength Cond Res*, 2012. **26**(7): p. 1817-26.
- [14] Ratamess, N.A., et al., The effects of rest interval length manipulation of the first upper-body resistance exercise in sequence on acute performance of subsequent exercises in men and women. *J Strength Cond Res*, 2012. **26**(11): p. 2929-38.
- [15] Gratas-Delamarche, A., et al., Lactate and catecholamine responses in male and female sprinters during a Wingate test. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 1994. **68**(4): p. 362-6.
- [16] Esbjornsson-Liljedahl, M., K. Bodin, and E. Jansson, Smaller muscle ATP reduction in women than in men by repeated bouts of sprint exercise. *J Appl Physiol*, 2002. **93**(3): p. 1075-83.
- [17] Judge, L.W. and J.R. Burke, The effect of recovery time on strength performance following a high-intensity bench press workout in males and females. *Int J Sports Physiol Perform*, 2010. **5**(2): p. 184-96.
- [18] Hakkinen, K., Neuromuscular fatigue and recovery in male and female athletes during heavy resistance exercise. *Int J Sports Med*, 1993. **14**(2): p. 53-9.

- [19] Rinard, J., et al., Response of males and females to high-force eccentric exercise. *J Sports Sci*, 2000. **18**(4): p. 229-36.
- [20] Flores, D.F., et al., Dissociated time course of recovery between genders after resistance exercise. *J Strength Cond Res*, 2011. **25**(11): p. 3039-44.
- [21] Sewright, K.A., et al., Sex differences in response to maximal eccentric exercise. *Med Sci Sports Exerc*, 2008. **40**(2): p. 242-51.
- [22] Tiidus, P.M., Can estrogens diminish exercise induced muscle damage? *Can J Appl Physiol*, 1995. **20**(1): p. 26-38.
- [23] Amelink, G.J. and P.R. Bar, Exercise-induced muscle protein leakage in the rat. Effects of hormonal manipulation. *J Neurol Sci*, 1986. **76**(1): p. 61-8.
- [24] Clarkson, P.M. and S.P. Sayers, Etiology of exercise-induced muscle damage. *Can J Appl Physiol*, 1999. **24**(3): p. 234-48.
- [25] Sallis, J.F., Epidemiology of physical activity and fitness in children and adolescents. *Crit Rev Food Sci Nutr*, 1993. **33**(4-5): p. 403-8.
- [26] Gibala, M.J., et al., Myofibrillar disruption following acute concentric and eccentric resistance exercise in strength-trained men. *Can J Physiol Pharmacol*, 2000. **78**(8): p. 656-61.