

---

## Artigo original

---

# Correlação entre o acúmulo de lactato e a flexibilidade medida pelo teste de sentar e alcançar em lutadores de *Wushu*

## Relationship between blood lactate accumulation and flexibility measured by the sit-and-reach test in *Wushu* athletes

Rafael Reimann Baptista\*, Alexsander dos Anjos Ramos\*\*, Bruno Fraga da Silva\*\*, Bruno Ogodai S. D. de Castro\*\*\*

\*Grupo de Pesquisa Educação Física Baseada em Evidências, Universidade Luterana do Brasil, Campus Gravataí, Curso de Educação Física, Gravataí - RS, Grupo de Pesquisa em Biomecânica e Cinesiologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Escola de Educação Física, Porto Alegre RS, \*\*Grupo de Pesquisa Educação Física Baseada em Evidências, Universidade Luterana do Brasil, Campus Gravataí, Curso de Educação Física, Gravataí - RS, \*\*\*Personal Trainer e Professor de *Wushu*, Porto Alegre - RS

### Resumo

Poucas evidências estão disponíveis na literatura sobre os aspectos biomecânicos e fisiológicos das artes marciais, em especial o *Wushu*, a arte marcial chinesa. A flexibilidade é um dos componentes da aptidão física mais proeminentes em artes marciais como o *Wushu*. Existem controvérsias nos estudos acerca das relações entre a flexibilidade e a demanda metabólica em atletas. Desta forma, o objetivo deste estudo foi analisar a relação entre a flexibilidade e o acúmulo de lactato após uma competição de *Wushu*. Oito atletas do sexo masculino com idade média de  $26,05 \pm 5,32$  anos e tempo médio de treinamento em artes marciais de  $8 \pm 4$  anos forneceram consentimento por escrito para participar deste estudo. A amostra foi composta por dois grupos de atletas, um grupo participante da modalidade de Boxe Chinês ( $n = 5$ ) e outro participante da modalidade de *Taolu* ( $n = 3$ ). Os atletas realizaram uma avaliação da flexibilidade de tronco e membros inferiores através do teste de sentar e alcançar, bem como uma medição do lactato sanguíneo antes e depois de uma competição para avaliação do seu acúmulo. O coeficiente de correlação produto momento de *Pearson* revelou uma correlação significativa ( $r = -0,92$ ;  $p = 0,02$ ) entre a flexibilidade e o acúmulo de lactato sanguíneo em lutadores de Boxe Chinês. Não foi encontrada uma correlação significativa entre estas variáveis nos atletas que realizaram o *Taolu*. Os resultados sugerem que o acúmulo de lactato sanguíneo após uma luta de Boxe Chinês é inversamente proporcional ao nível de flexibilidade medido pelo teste de sentar e alcançar. Estudos com maiores tamanhos amostrais e abordagens biomecânicas mais elegantes poderão trazer um melhor entendimento sobre este fenômeno.

**Palavras-chave:** *Wushu*, flexibilidade, sentar e alcançar, lactato, demanda metabólica.

### Abstract

Few evidences are available in literature about the physiological and biomechanical aspects of martial arts, especially *Wushu*, the Chinese martial art. Flexibility is one of the most prominent physical fitness components in martial arts like *Wushu*. Controversies do exist in studies about flexibility and metabolic demand interaction in athletes. Therefore, the purpose of this study was to analyze the relationship between flexibility and blood lactate accumulation after *Wushu* competition. Eight male athletes, mean age of  $26.05 \pm 5.32$  years and mean training time of martial arts of  $8 \pm 4$  years gave written consent to participate in this study. Participants were pooled into two groups, one participating of the Chinese Boxing modality ( $n = 5$ ) and other *Taolu* modality ( $n = 3$ ). They performed an evaluation of the trunk and lower limb flexibility by the sit-and-reach test, as well as the blood lactate sampling before and after a competition to assess its accumulation. Pearson product moment correlation coefficients revealed a significant relationship ( $r = -0.92$ ;  $p = 0.02$ ) between flexibility and blood lactate accumulation in Chinese Boxers. No significant correlation between these variables was found among the *Taolu* athletes. These results suggest that the blood lactate accumulation after Chinese Boxing is the reverse of the flexibility level measured by the sit-and-reach test. Studies with a large sample size and more elegant biomechanical approaches might bring a better understanding of this phenomenon.

**Key-words:** *Wushu*, flexibility, sit-and-reach, lactate, metabolic demand.

Recebido em 10 de janeiro de 2005; aceito em 12 de maio de 2005.

**Endereço para correspondência:** Rafael Reimann Baptista, Universidade Luterana do Brasil, – Campus Gravataí, Curso de Educação Física, Av. Itacolomi no. 3600, Bairro São Vicente, 94170-240 Gravataí RS, E-mail: baptistarafael@terra.com.br, Tel: 51-34317677

---

## Introdução

Embora as artes marciais sejam praticadas há milhares de anos e tenham se tornado especialmente populares no ocidente nas últimas décadas, existe uma grande carência de evidências científicas na literatura sobre os aspectos fisiológicos e biomecânicos destas modalidades.

Um melhor entendimento sobre a fisiologia e biomecânica das artes marciais pode auxiliar na prevenção de lesões esportivas, as quais em se tratando de um esporte de combate são muito prevalentes [1]. Adicionalmente, parâmetros fisiológicos podem ser utilizados na prescrição de um trabalho de condicionamento físico específico para a modalidade, bem como a análise biomecânica do gesto esportivo pode ser utilizada na correção da técnica.

A maioria dos estudos sobre artes marciais tem se concentrado em analisar os aspectos relacionados ao risco de lesões ortopédicas [2] ou a prevalência de lesões em diferentes estilos de lutas [1]. Esta tendência é compreensível dada à natureza de alto contato apresentada pelos esportes de combate. Todavia, outra característica que se destaca nestas modalidades é a flexibilidade necessária para a prática dos movimentos, tanto durante os treinos como em competições.

Diversos estudos têm demonstrado o benefício das artes marciais no desenvolvimento da flexibilidade tanto em idosos [3] quanto em jovens [4], sendo muitas vezes mais efetivos que as atividades físicas recreativas em crianças [5].

Embora a flexibilidade seja um dos componentes importantes reconhecidos pelo *American College of Sports Medicine* no que tange à aptidão física [6], e mesmo com algumas evidências apontando para uma associação positiva entre a flexibilidade e o desempenho [7,8], outras evidências contrárias têm apontado para uma relação negativa entre a flexibilidade e a economia de movimento [9-11]. Alguns autores sugerem ainda que estas variáveis não estariam necessariamente relacionadas [12,13].

Uma melhor economia de movimento, ou seja, um menor gasto energético durante um determinado esforço, parece estar associado com um melhor desempenho esportivo [14,15] e é influenciado por aspectos antropométricos, biomecânicos e fisiológicos [16,17]. Mesmo quando dois atletas apresentam valores semelhantes de consumo de oxigênio ( $VO_2$ ) máximo e limiar de lactato, as evidências sugerem que aquele que usar uma menor porção do seu  $VO_2$  máximo, apresentará uma vantagem quando comparados a atletas menos econômicos [18].

Correlacionando a flexibilidade com a economia de movimento em corredores, Jones [11] verificou que os atletas com maior rigidez nos músculos isquiotibiais e lombares, avaliados através do teste de sentar e alcançar, eram os mais econômicos. Os resultados encontrados pelo autor parecem estar fundamentados em dois fenômenos biomecânicos: 1) a maior rigidez muscular contribuiria para uma maior estabilidade articular reduzindo a necessidade de recrutamento de músculos adicionais; e 2) os corredores com menor fle-

xibilidade teriam um maior retorno da energia elástica dos tecidos conjuntivos da unidade músculo-tendão durante o ciclo alongamento-encurtamento.

Se de fato músculos menos flexíveis conferem ao atleta tais características fisiológicas e biomecânicas, seria de se esperar que ao realizar um determinado exercício, devido a um menor recrutamento de fibras musculares e a uma maior força passiva produzida pelos elementos elásticos do músculo, um menor acúmulo de lactato sanguíneo fosse observado.

Desta forma, torna-se importante um maior entendimento da associação entre a flexibilidade e o acúmulo de lactato sanguíneo, principalmente em uma modalidade de arte marcial na qual os atletas demonstram grandes índices de amplitude de movimento e a necessidade de movimentos altamente técnicos como é o caso do *Wushu*. O objetivo deste estudo foi analisar a relação entre a flexibilidade medida pelo teste de sentar e alcançar e o acúmulo de lactato sanguíneo após a prática do *Wushu*.

O *Wushu* é a arte marcial de origem chinesa, que erroneamente tornou-se popular no ocidente como kung-fu, e que, a partir da década de 50, foi adaptado para finalidades esportivas recebendo o nome mais tarde de *Wushu Olímpico* e podendo ser praticado em basicamente duas modalidades: o *Taolu* e o *Sanchou* (Boxe Chinês). O *Taolu* consiste em uma seqüência de movimentos individuais simulando uma luta. Neste estudo avaliamos os estilos *ChangQuan* e *NanQuan* os quais exigem extremo vigor físico, pois envolvem pulos, chutes e acrobacias, resultando em uma ginástica extremamente plástica e graciosa. O *Sanchou* é o combate entre dois atletas, o qual foi adaptado para finalidades esportivas através de regras e equipamentos de proteção semelhante ao Boxe ocidental. Esta adaptação tornou corrente na modalidade o uso de estratégias de luta que utilizam golpes bem objetivos, como técnicas de boxe e luta greco-romana, distanciando-se algumas vezes da arte marcial chinesa tradicional. Por esta razão, neste artigo, didaticamente chamaremos o *Sanchou* de Boxe Chinês.

## Materiais e métodos

### População do estudo

Participaram deste estudo oito atletas, do sexo masculino, participantes da I Copa Latino Americana de *Wushu*, com idade média de  $26,05 \pm 5,32$  anos, os quais apresentavam um tempo médio de treinamento em artes marciais de  $8,25 \pm 3,99$  anos. Os indivíduos apresentaram uma massa corporal média de  $70,94 \pm 8,00$  kg, uma estatura média de  $173,36 \pm 6,90$  cm e um percentual de gordura de em média  $11,20 \pm 1,81\%$ . A amostra foi composta por dois grupos de atletas, um grupo participante da modalidade Boxe Chinês ( $n = 5$ ) e outro participante da modalidade de *Taolu* ( $n = 3$ ).

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Luterana do Brasil, tendo sido considerado ética e metodologicamente adequado conforme a Resolução

196/96 do Conselho Nacional de Saúde. Aos indivíduos que voluntariamente aceitaram participar deste estudo foi dada uma explicação verbal sobre os objetivos da pesquisa, bem como um esclarecimento sobre todos os procedimentos realizados. Foi entregue também um termo de consentimento informado em duas vias, o qual foi assinado tanto pelos pesquisadores quanto pelos colaboradores, firmando assim o vínculo ético necessário para a realização desta pesquisa.

### Procedimentos experimentais

A massa corporal foi medida por uma balança antropométrica (Indústrias Filizola S.A.) com resolução de 100 gramas, a estatura foi medida através de um estadiômetro (Cardiomed Medicina, *Sports & Fitness*) com resolução de um centímetro e as dobras cutâneas mensuradas através de um adipômetro com resolução de um milímetro (Cescorf Equipamentos Antropométricos Ltda). Em seguida os atletas realizaram uma medição da flexibilidade através do teste de sentar e alcançar, o qual consiste em o avaliado sentado com os pés unidos e joelhos estendidos, pés apoiados no aparato de medição (Banco de Wells - Cardiomed Medicina, *Sports & Fitness*), realizar uma flexão do tronco empurrando o curso de marcação o máximo possível. Não foi permitido nenhum tipo de aquecimento para evitar a influência deste no desempenho do avaliado, tendo sido considerado o melhor desempenho de duas tentativas.

Por fim, mas não menos importante, foi coletada uma gota de sangue do lóbulo da orelha antes e outra depois da realização de um *Taolu* ou de uma luta de Boxe Chinês. No caso dos lutadores de Boxe Chinês a coleta de sangue foi feita na ponta do dedo indicador, mantendo o local de coleta protegido pelas luvas. O sangue coletado foi usado para análise da concentração de lactato através de um lactímetro (*Accutrend Lactate Roche*). O acúmulo de lactato sanguíneo foi calculado como sendo a subtração do valor de lactato pós-exercício pelo valor de lactato pré-exercício.

### Tratamento estatístico

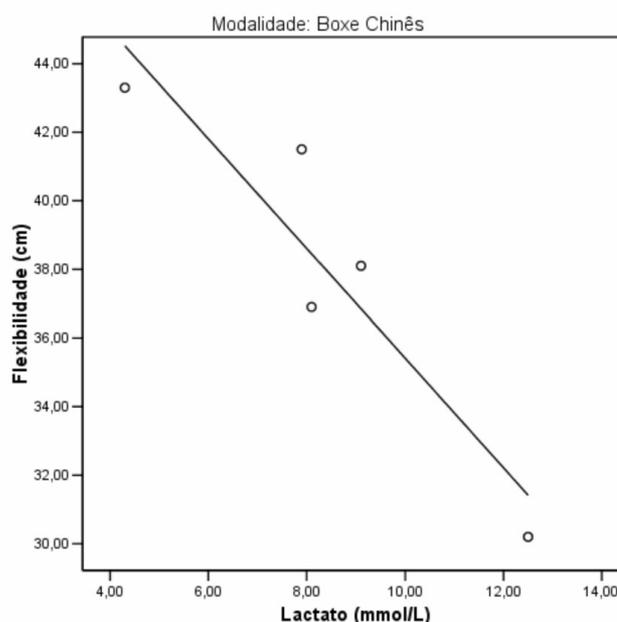
O tratamento estatístico foi realizado pelo programa SPSS para Windows versão 12.0, através de uma correlação produto momento de *Pearson* assumindo-se um nível de significância de  $p < 0,05$ . Quando necessário, os dados serão

apresentados através de estatística descritiva composta por média  $\pm$  desvio padrão.

### Resultados

Não foi encontrada uma correlação significativa entre a flexibilidade e o acúmulo de lactato sanguíneo quando todos os atletas foram analisados conjuntamente. Porém, quando o tratamento estatístico foi repetido analisando os atletas separadamente por modalidade, verificou-se uma correlação negativa ( $r = -0,92$  e  $p = 0,02$ ) entre a flexibilidade e o acúmulo de lactato sanguíneo em lutadores de Boxe Chinês, como pode ser visualizado graficamente na Figura 1. Não foi encontrada uma correlação significativa entre estas variáveis nos atletas que realizaram o *Taolu*.

**Figura 1** - Correlação entre o acúmulo de lactato sanguíneo e a flexibilidade em lutadores de Boxe Chinês ( $r = -0,92$  e  $p = 0,02$ ).



A Tabela I apresenta a caracterização dos atletas, separados por modalidade, no que tange a faixa etária, tempo de treinamento, massa corporal total, estatura e percentual de gordura. Não foram encontradas diferenças significativas nestas variáveis entre os dois grupos.

**Tabela I** - Caracterização dos atletas.

Modalidade	Tempo de treino (anos)	Massa (kg)	Estatura (cm)	Percentual de gordura (%)
Boxe Chinês	8,60 $\pm$ 4,04	71,08 $\pm$ 9,05	174,64 $\pm$ 5,11	11,29 $\pm$ 2,29
Taolu	7,67 $\pm$ 4,73	70,70 $\pm$ 7,75	171,23 $\pm$ 10,17	11,04 $\pm$ 0,97

**Tabela II** - Resultados obtidos no teste de flexibilidade e na medição de lactato sanguíneo.

Modalidade	Flexibilidade (cm)	Lactato pré (mmol/L)	Lactato pós (mmol/L)	Acúmulo de lactato (mmol/L)
Boxe Chinês	38,00 $\pm$ 5,06	2,60 $\pm$ 0,86	10,98 $\pm$ 2,55	8,38 $\pm$ 2,93
Taolu	29,57 $\pm$ 14,60	2,27 $\pm$ 0,42	13,93 $\pm$ 0,86	11,67 $\pm$ 0,45

A Tabela II apresenta os resultados obtidos pelos atletas no teste de flexibilidade e na medição de lactato sangüíneo, separados por modalidade, no que tange à flexibilidade, o valor de lactato antes e depois da realização do exercício, bem como os valores de acúmulo de lactato sangüíneo.

## Discussão

O *Wushu* apresenta como característica movimentos rápidos e vigorosos. Mesmo quando praticado sob a forma de *Taolu*, altas demandas metabólicas podem ser alcançadas. Ribeiro *et al.* [19] verificaram que a freqüência cardíaca de atletas de *Wushu* variou de  $76 \pm 7$  bpm em repouso para  $176 \pm 3$  bpm imediatamente após a realização de um *Taolu*, e que o lactato sangüíneo destes atletas variou de  $1,80 \pm 0,24$  mmol/L em repouso para  $4,38 \pm 1,63$  mmol/L cinco minutos após a realização do *Taolu*. Segundo os autores, a freqüência cardíaca dos atletas atingiu 89% da freqüência cardíaca máxima prevista para a idade e, embora o acúmulo de lactato observado tenha sido bem inferior ao encontrado em nosso estudo, os pesquisadores concluíram que o seu aumento foi suficiente para que os atletas tenham alcançado o limiar de lactato de 4 mmol/L [20]. Uma das razões para as diferenças encontradas no acúmulo de lactato entre o estudo de Ribeiro *et al.* [19] e o presente estudo talvez tenha sido a metodologia empregada em analisar o lactato cinco minutos após o exercício. Outro aspecto que deve ser levado em conta é que estes pesquisadores utilizaram como ambiente de coleta de dados a prática do *Wushu* em um ginásio, simulando uma competição, enquanto que o presente estudo efetivamente teve a sua coleta de dados realizada durante um torneio real, no qual provavelmente os atletas encontravam-se naturalmente mais motivados.

Uma das limitações do presente trabalho, que pode ser considerado um estudo piloto, é a pequena amostra utilizada. Embora tenhamos como meta o desenvolvimento de novos estudos com amostras maiores, é preciso ressaltar que a realização de investigações que utilizam procedimentos invasivos em esportes de combate sofre dificuldades de aceitação por parte dos comitês de ética em pesquisa bem como dos próprios atletas, tornando difícil a obtenção de grandes amostras. Tendo em vista a escassez de estudos na área da fisiologia do *Wushu*, esperamos que mesmo com o número reduzido de atletas avaliados uma importante contribuição na área das ciências do esporte possa ser feita. Uma das maneiras encontradas no presente estudo para tornar mais segura a coleta de sangue nos lutadores de Boxe Chinês foi a utilização da ponta do dedo como local de coleta, a qual ficava protegida pelas luvas de combate. Nos lutadores que realizaram o *Taolu* este local de coleta não pode ser realizado, pois em suas rotinas, com freqüência, os atletas batiam com as mãos no chão, o que poderia ser doloroso tendo em vista a perfuração feita para a coleta de sangue, podendo também interferir no desempenho do atleta. Poderia ser questionado se a diferença no local de coleta

de sangue influenciaria os resultados obtidos, entretanto, ao comparar a concentração de lactato coletado a partir de uma gota de sangue no dedo do pé, dedo da mão ou lóbulo da orelha em remadores, Forsyth [21] não encontrou diferenças entre as concentrações observadas nos três pontos.

Utilizando-se as bases de dados *Scopus* e *PubMed* através das palavras-chave relacionadas ao tema desta pesquisa, como *flexibility, blood lactate, sit and reach, anaerobic exercise* entre outros termos, não foram encontrados estudos que tenham buscado analisar a relação entre o acúmulo de lactato e a flexibilidade de atletas, o que de certa forma concede ao presente trabalho uma relativa originalidade.

Por outro lado, tendo em vista que a economia de movimento é a relação entre o  $VO_2$  e o trabalho realizado [15], e que durante um exercício o  $VO_2$  aumenta linearmente em relação a intensidade até alcançar o seu máximo [22] entre outros fatores pelo acúmulo de lactato sangüíneo [23], torna-se relevante para um maior entendimento dos fenômenos abordados neste artigo, a discussão dos resultados encontrados por alguns estudos sobre a relação entre economia de corrida e flexibilidade [9-13].

Gleim *et al.* [10] utilizaram um índice de rigidez muscular a partir da avaliação de onze diferentes medições de flexibilidade de tronco e membros inferiores, verificando que uma rigidez músculo esquelética não patológica estava associada a uma maior economia de corrida em esteira ergométrica. De forma semelhante, Craib *et al.* [9] verificaram a relação entre o  $VO_2$  em duas velocidades de corrida e nove medições de flexibilidade de tronco e membro inferiores, concluindo que a amplitude de movimento de dorsiflexão e rotação de tronco era positivamente correlacionada com a demanda aeróbica, de forma que os atletas menos flexíveis nestas medições eram mais econômicos devido a uma maior estabilidade articular e menor necessidade de recrutamento de músculos estabilizadores adicionais. Entretanto, os resultados sugeridos por Jones [11] parecem ser os mais conclusivos sobre o tema. Avaliando a flexibilidade de corredores através do teste de sentar e alcançar, o autor verificou uma alta correlação entre esta variável e o  $VO_{2\max}$ , propondo que os atletas menos flexíveis seriam mais econômicos devido ao maior armazenamento e retorno da força passiva produzida pelos elementos elásticos do músculo durante a fase de encurtamento do ciclo alongamento encurtamento.

Nossos resultados contrariam os dados encontrados por estes autores. Embora a especificidade de treinamento deva ser levada em conta, partindo de uma abordagem biológica se atletas menos flexíveis devessem ser mais econômicos então eles também deveriam apresentar menores acúmulos de lactato após um determinado exercício, caso contrário metabolicamente esta associação estaria comprometida. No presente estudo verificamos que os lutadores de Boxe Chinês mais flexíveis possuíam menores acúmulos de lactato sangüíneo após a luta. Nossos dados são parcialmente amparados pelo estudo de Beaudoin e Blum [12] os quais não encontraram associação entre a flexibilidade de corredoras e a sua economia

de movimento. Adicionalmente, Nelson *et al.* [13] submetem 32 indivíduos, 16 homens e 16 mulheres, a 10 semanas de treinamento composto por 15 alongamentos estáticos, incluindo os principais músculos dos membros inferiores avaliados por Gleim *et al.* [10]. Os autores verificaram que embora os indivíduos alongados tenham aumentando o seu desempenho no teste de sentar e alcançar, não houve prejuízo na economia de corrida [13].

## Conclusão

É possível que as relações entre os aspectos neuromusculares como a flexibilidade e as respostas metabólicas como a economia de movimento e o acúmulo de lactato sanguíneo não sejam tão simples quanto poderia se pensar. Existem evidências de que o aumento na amplitude de movimento articular através dos exercícios de alongamento ocorrem por uma maior tolerância ao estiramento por parte do sujeito, e não por mudanças nas propriedades mecânicas ou viscoelásticas da unidade músculo-tendão [24,25]. Neste sentido, estudos recentes utilizando a ultra-sonografia para avaliar as propriedades mecânicas do tendão humano *in vivo* demonstraram que o treinamento de flexibilidade afeta a viscosidade do tendão, mas não a sua elasticidade [26].

Com base no que foi exposto anteriormente, concluímos que o acúmulo de lactato sanguíneo, após uma luta de Boxe Chinês, é inversamente proporcional ao nível de flexibilidade medido pelo teste de sentar e alcançar. O entendimento desta curiosa relação parece requisitar novos estudos com amostras maiores e preferencialmente envolvendo a avaliação da arquitetura músculo-tendínea *in vivo*, a qual sabidamente afeta as propriedades mecânicas do músculo esquelético [27] e podem explicar, como no caso da relação força-velocidade, muitos aspectos relacionados com o custo energético e a eficiência de um movimento [28].

## Referências

- Zetaruk MN, Violan MA, Zurakowski D, Micheli LJ. Injuries in martial arts: a comparison of five styles. *Br J Sports Med* 2005;39:29-33.
- Kochhar T, Back DL, Mann B, Skinner J. Risk of cervical injuries in mixed martial arts. *Br J Sports Med* 2005;39:444-447.
- Brudnak MA, Dundero D, Van Hecke FM. Are the 'hard' martial arts, such as the Korean martial art, TaeKwon-Do, of benefit to senior citizens? *Medical Hypotheses* 2002;59:485-491.
- Violan MA, Small EW, Zetaruk MN, Micheli LJ. The effect of karate training on flexibility, muscle strength, and balance in 8-to 13-year-old boys. *Pediatric Exerc Sci* 1997; 9:55-64.
- Sekulic D, Krstulovic S, Katic R, Ostojic L. Judo training is more effective for fitness development than recreational sports for 7-year-old boys. *Pediatric Exerc Sci* 2006;18:329-338.
- Pollock ML, Gaesser GA, Butcher JD, Despres JP, Dishman RK, Franklin BA, et al. The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness, and flexibility in healthy adults. *Med Sci Sports Exerc* 1998;30:975-991.
- Wilson GJ, Elliott BC, Wood GA. Stretch shorten cycle performance enhancement through flexibility training. *Med Sci Sports Exerc* 1992;24:116-123.
- Worrell TW, Smith TL, Winegardner J. Effect of hamstring stretching on hamstring muscle performance. *J Orthop Sports Phys Ther* 1994;20:154-159.
- Craib MW, Mitchell VA, Fields KB, Cooper TR, Hopewell R, Morgan DW. The association between flexibility and running economy in sub-elite male distance runners. *Med Sci Sports Exerc* 1996;28:737-743.
- Gleim GW, Stachenfeld NS, Nicholas JA. The influence of flexibility on the economy of walking and jogging. *J Orthop Res* 1990;8:814.
- Jones AM. Running economy is negatively related to sit-and-reach test performance in international-standard distance runners. *Inter J Sports Med* 2002;23:40-43.
- Beaudoin CM, Blum JW. Flexibility and running economy in female collegiate track athletes. *J Sports Med Phys Fit* 2005;45:295-300.
- Nelson AG, Kokkonen J, Eldredge C, Cornwell A, Glickman-Weiss E. Chronic stretching and running economy. *Sca J Med Sci Sports* 2001;11:260-265.
- Conley DL, Krahenbuhl GS. Running economy and distance running performance of highly trained athletes. *Med Sci Sports Exerc* 1980;12:357-60.
- Daniels JT. A physiologist's view of running economy. *Med Sci Sports Exerc* 1985;17:332-8.
- Bailey SP, Pate RR. Feasibility of improving running economy. *Sports Med* 1991;12:228-36.
- Williams KR, Cavanagh PR. Relationship between distance running mechanics, running economy, and performance. *J Appl Physiol* 1987;63:1236-45.
- Jones AM, Carter H. The effect of endurance training on parameters of aerobic fitness. *Sports Med* 2000;29:373-86.
- Ribeiro JL, Castro BO, Rosa CS, Baptista RR, Oliveira AR. Heart rate and blood lactate responses to Changquan and Daoshu Forms of Modern Wushu. *J Sports Sci Med* 2006; CSSI:1-4.
- Heck H, Mader A, Hess G, Mucke S, Muller R, Hollmann W. Justification of the 4-mmol/l lactate threshold. *Inter J Sports Med* 1985;6:117-30.
- Forsyth JJ, Farrally MR. A comparison of lactate concentration in plasma collected from the toe, ear, and fingertip after a simulated rowing exercise. *Br J Sports Med* 2000;34:35-38.
- Saltin B, Astrand PO. Maximal oxygen uptake in athletes. *J Appl Physiol* 1967;23:353.
- Wasserman K, Whipp BJ, Koyal SN, Beaver WL. Anaerobic threshold and respiratory gas exchange during exercise. *J Appl Physiol* 1973;35:236.
- Magnusson SP, Aagard P, Simonsen E, Bojsen-Møller F. A biomechanical evaluation of cyclic and static stretch in human skeletal muscle. *Inter J Sports Med* 1998;19:310.
- Magnusson SP, Simonsen EB, Aagaard P, Sørensen H, Kjær M. A mechanism for altered flexibility in human skeletal muscle. *J Physiol* 1996;497:291.
- Kubo K, Kanehisa H, Fukunaga T. Effect of stretching training on the viscoelastic properties of human tendon structures *in vivo*. *J Appl Physiol* 2002;92:595.
- Lieber RL, Friden J. Clinical significance of skeletal muscle architecture. *Clin Orthop Relat Res* 2001;383:140-51.
- Kohler G, Boutellier U. The generalized force - Velocity relationship explains why the preferred pedaling rate of cyclists exceeds the most efficient one. *Eur J Appl Physiol* 2005; 94:188.