

ANÁLISE DA RELAÇÃO ENTRE PRATICANTES DE TAEKWONDO E ATLETISMO AO NÍVEL DE FLEXIBILIDADE E VELOCIDADE DE CORRIDA

ANALYSIS OF THE RELATIONSHIP BETWEEN TAEKWONDO AND ATHLETICS PRACTICERS AT THE LEVEL OF FLEXIBILITY AND RUNNING SPEED

Hugo Neves

Escola Superior de Educação - Instituto Politécnico de Setúbal, Portugal. (ESE-IPS)

Pedro Santos

Escola Superior de Educação - Instituto Politécnico de Setúbal, Portugal. (ESE-IPS)

Nuno Ferreira

Escola Superior de Educação - Instituto Politécnico de Setúbal, Portugal. (ESE-IPS)

Paulo Nunes

Escola Superior de Educação - Instituto Politécnico de Setúbal, Portugal. (ESE-IPS)

Teresa Figueiredo

Escola Superior de Educação - Instituto Politécnico de Setúbal, Portugal. (ESE-IPS)

Ana Figueira

Escola Superior de Educação - Instituto Politécnico de Setúbal, Portugal. (ESE-IPS)

Ana Pereira

Escola Superior de Educação - Instituto Politécnico de Setúbal, Portugal. (ESE-IPS)

Fernando Santos

Escola Superior de Educação - Instituto Politécnico de Setúbal, Portugal. (ESE-IPS)

Cátia Ferreira

Instituto Piaget - Campus Universitário de Almada. (ISEIT e ESE)

Mário Espada

Escola Superior de Educação - Instituto Politécnico de Setúbal, Portugal. (ESE-IPS)

mario.espada@ese.ips.pt

RESUMO

O objetivo do presente estudo foi analisar a relação entre a flexibilidade e a velocidade de corrida em praticantes de taekwondo e atletismo. Foram envolvidos no estudo 60 jovens atletas. 30 praticantes de taekwondo (12.10 ± 0.55 anos de idade; 19 rapazes e 11 raparigas) e 30 praticantes de atletismo, com ênfase na corrida (13.07 ± 1.91 anos de idade; 18 rapazes e 12 raparigas). Todos completaram o teste *sit and reach* com ambos os membros inferiores e *sprint* de 40 m. Entre praticantes da mesma modalidade desportiva foram observadas diferenças significativas na flexibilidade entre membros, direito e esquerdo apenas no atletismo. Ao nível da flexibilidade, foram verificadas diferenças significativa ($p < 0.01$) em ambos os membros entre as modalidades desportivas taekwondo e atletismo, tal como no *sprint*. Avaliar e controlar o treino na fase pré pubertária é muito importante no sentido de acompanhar a evolução plurianual de capacidades físicas e evitar nomeadamente lesões.

Palavras-chave: Atletismo, Corrida, Flexibilidade, Taekwondo, Velocidade.

ABSTRACT

The aim of the present study was to analyze the relationship between flexibility and speed of running in taekwondo and athletics practitioners. Sixty young athletes were enrolled in the study. 30 taekwondo practitioners (12.10 ± 0.55 years old, 19 boys and 11 girls) and 30 athletes, with emphasis on running (13.07 ± 1.91 years of age, 18 boys and 12 girls). All completed the sit and reach test with both lower limbs and a 40-meter sprint. Among practitioners of the same sports modality, significant differences were observed in limb flexibility, right and left only in athletics. At the level of flexibility, significant differences ($p < 0.01$) were observed in both limbs between sports taekwondo and athletics, such as sprint. Assessing the control of pre-pubertal training is very important in order to monitor the multiannual evolution of physical capacities and to avoid, in particular, injuries.

Key Words: Athletics, Flexibility, Running, Taekwondo, Speed.

1 INTRODUÇÃO

A prática desportiva é bastante sugerida no sentido de prevenir patologias relacionadas com um estilo de vida sedentário. Contudo, apesar dos benefícios amplamente evidentes e conhecidos, em algumas modalidades desportivas existem altos riscos de contração de lesões (Fortina et al., 2017).

Tem sido reportado que em populações mais jovens, o envolvimento em exercício físico regular poderá contribuir para a promoção do desenvolvimento físico (Specker et al., 2015), e também prevenir várias doenças tais como síndrome metabólica, através da melhoria da composição corporal e alcance de bons índices de capacidade física (Pacífico et al., 2011).

A competência ao nível da corrida é fundamental em várias modalidades desportivas e outras tarefas físicas que requerem rápidas mudanças de direção. Nesse sentido, muitos são os estudos desenvolvidos nesta área (Suzuki et al., 2014; Havens & Sigward, 2015). Ao nível da saúde, tem decorrido uma discussão sobre o potencial dos eventos de corrida no aumento do nível de participação global e promoção de atividade física entre adultos (Bauman et al., 2009).

Desde os anos 60 do século passado que a corrida, enquanto Desporto tem crescido internacionalmente como parte de uma tendência específica definida como “desportização” (Borgers et al., 2015, 2016). Este rumo tem implicado que muitos adultos se envolvam em prática regular desportiva não devido ao seu cariz competitivo,

mas fundamentalmente por ser relaxante, contribuir para a saúde ou ainda ser uma forma de aventura e de prazer (Van Bottenburg, 2006; Scheerder et al., 2015).

Já o taekwondo tem emergido como uma arte marcial internacional de defesa pessoal onde são utilizados fundamentalmente as mãos e pés quer para movimentos de defesa, quer de ataque (Rocha et al., 2016). É uma das modalidades desportivas de defesa pessoal e contacto mais praticadas. Estima-se que aproximadamente 80 milhões de pessoas praticam taekwondo (Kazemi et al., 2006; Lee et al., 2015). Este número de praticantes tem aumento 20-25% ao ano, e é uma modalidade muito popular entre os mais jovens (Kazemi et al., 2006; Lee et al., 2015).

Os atletas são equipados como equipamento de proteção (na cabeça, boca, antebraço, canela, tronco e virilhas) e defrontam-se num quadrado de 8 por 8 metros. Tal como na maioria dos desportos de combate, é caracterizada como uma atividade intermitente e acíclica, com recurso a movimentos de curta duração e muito intensos, alternando com períodos de baixa intensidade. As pausas ativas são muito reduzidas durante os três combates com duração de dois minutos, e as pausas passivas entre estes momentos de um minuto (Nunan, 2006; Matsushigue et al., 2009).

Os combates decorrem a uma intensidade entre os 85-95% da frequência cardíaca máxima do primeiro ao terceiro *round*, nesse sentido, uma grande capacidade cardiovascular e de recuperação têm grande impacto na modalidade desportiva (Jang et al., 2017). Estudos anteriores reportaram que a participação regular no treino de taekwondo poderá promover a melhoria da composição corporal através do aumento da capacidade aeróbia e flexibilidade (Fong & Ng, 2011). Em particular, a relação entre prática regular de taekwondo e a melhoria da capacidade física e desenvolvimento global em crianças tem sido reportada (Lee et al., 2015).

Enquanto grupo, os corredores são amplamente reconhecidos como atletas com baixos níveis de flexibilidade. A corrida, por si só, é contrária ao desenvolvimento da flexibilidade, contrariamente os outros desportos, é caracterizada por movimentos cíclicos no mesmo plano de ordem. Esta característica conduz a desequilíbrios musculares, uma vez que desenvolve acima de padrões “normais” os músculos necessários para o movimento frontal, negligenciando os músculos necessários para deslocamentos à retaguarda ou laterais.

No sentido de otimizar o desempenho é importante caracterizar os praticantes de diferentes modalidades desportivas e comparar o desempenho em tarefas que envolvem capacidades físicas úteis ao sucesso em determinadas tarefas ou competição específica. O objetivo do presente estudo foi analisar a relação entre a flexibilidade e a velocidade na corrida em praticantes de taekwondo e atletismo.

2 MÉTODOS E PROCEDIMENTOS

Foram envolvidos no estudo 60 jovens atletas. 30 praticantes de taekwondo (12.10±0.55 anos de idade; 19 rapazes e 11 raparigas) e 30 praticantes de atletismo, com ênfase na corrida (13.07±1.91 anos de idade; 18 rapazes e 12 raparigas).

Os jovens frequentavam os treinos 2 vezes por semana em dias não consecutivos. Anteriormente à realização dos testes informaram-se os treinadores e encarregados de educação relativamente à aplicação dos testes físicos, bem como os seus procedimentos e após consentimento, aplicaram-se os testes antes do início de uma sessão de treino.

Para a avaliação da velocidade foi utilizado o teste dos 40 m de corrida em *sprint*, procedimento integrante da *Australian National Talent Identification and Development* para deteção de jovens talentos. O teste requer que se registem os 40 m no solo de forma visível para quem vai ser avaliado e ao sinal sonoro os jovens iniciaram

corrida a máxima velocidade em linha reta controlada com cronómetro digital no local de chegada por um especialista em Ciências do Desporto.

O teste de flexibilidade, *sit and reach*, é amplamente conhecido e aplicado no Desporto e no contexto da Educação Física escolar, nomeadamente na bateria de testes *Fitnessgram*, e consiste na colocação dos avaliados no solo, com pernas esticadas e fixas numa caixa, promovendo em seguida chegada à frente com o tronco e braços em extensão. O teste inicialmente proposto por Wells & Dillon (1952) foi realizado com flexão da perna direita e esquerda.

O tratamento de dados foi concretizado com recurso aos *softwares Excel e Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS versão 23.0, Chicago, IL). Foram utilizados os métodos estatísticos descritivos para o cálculo da média e desvio padrão. Foi realizado o teste t para amostras emparelhadas para análise de possíveis diferenças e também o teste de coeficiente de correlação de *Pearson* para análise do grau da correlação (e a direção dessa correlação - se positiva ou negativa) entre variáveis. O nível de significância adquirido foi $P \leq 0.05$ em toda a análise dos resultados nos testes.

3 RESULTADOS

Entre praticantes da mesma modalidade desportiva foram observadas diferenças significativas na flexibilidade entre membros, direito e esquerdo apenas no atletismo ($p < 0.05$).

O quadro 1 espelha os resultados obtidos a nível das capacidades físicas avaliadas entre praticantes das diferentes modalidades desportivas.

Quadro 1. Resultados dos testes realizados com os atletas de diferentes modalidades ao nível de flexibilidade de velocidade

	Flexibilidade membro direito (Cm)	Flexibilidade membro esquerdo (Cm)	Velocidade 40 m (Segundos)
Taekwondo	24.87±6.06	24.43±5.99	7.03±0.24
Atletismo	29.30±5.73**	28.80±5.76**	6.75±0.54**

* Diferença significativa a 0.05; **Diferença significativa a 0.01

Ao nível da flexibilidade, foram verificadas diferenças significativa ($p < 0.01$) em ambos os membros entre as modalidades desportivas taekwondo e atletismo. O mesmo foi observado no que concerne à velocidade de corrida (teste dos 40 m).

Ao nível de correlações, com naturalidade, foi visível na flexibilidade entre membros direito e esquerdo no taekwondo ($r = 0.95$; $p < 0.01$) e atletismo ($r = 0.96$; $p < 0.01$).

No taekwondo, não foram observadas correlações entre flexibilidade e desempenho em *sprint*, já no atletismo foi observado entre flexibilidade no membro direito e *sprint* ($r = 0.74$; $p < 0.01$) e membro esquerdo e *sprint* ($r = 0.77$; $p < 0.01$).

A análise da regressão linear entre flexibilidade em ambos os membros inferiores e desempenho no *sprint* nos jovens praticante de atletismo permitiu aferir uma relação favorável entre nível de flexibilidade e desempenho na corrida de velocidade, tal torna-se visível pela inclinação descendente das linhas de tendência e valores de R^2 .

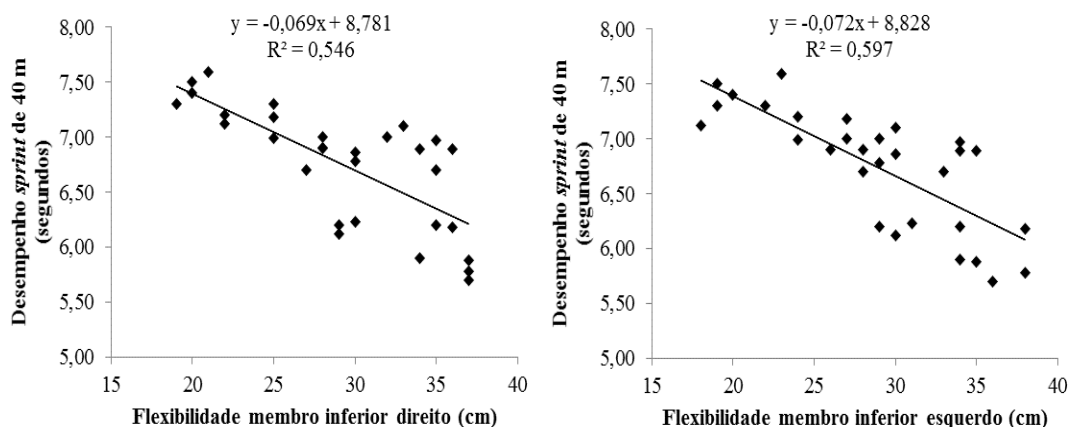


Figura 1. Regressão linear entre flexibilidade em ambos os membros inferiores e desempenho no *sprint* de 40 m nos atletas de atletismo

Já no caso dos praticantes de taekwondo, observou-se uma relação mais linear, o que representa que não se verifica uma relação estreita entre níveis de flexibilidade e desempenho em *sprint*, os valores de R^2 suporta esta evidência.

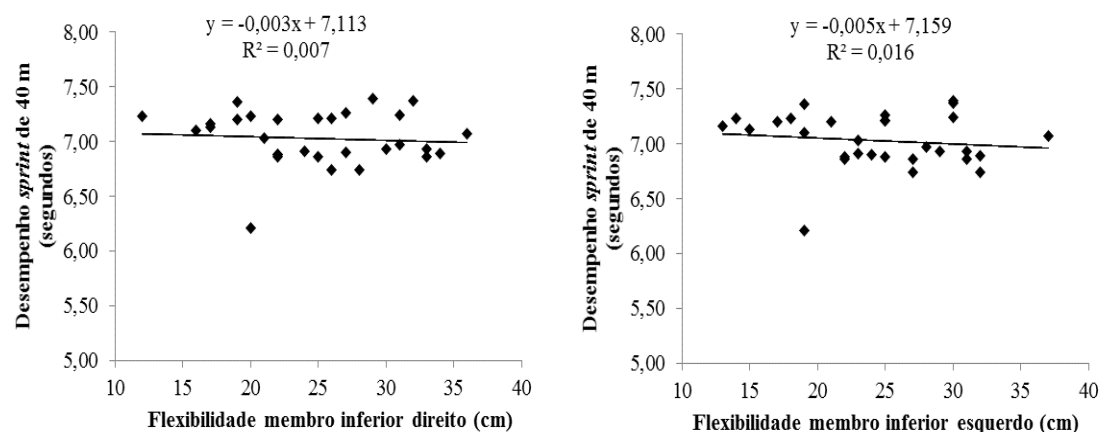


Figura 2. Regressão linear entre flexibilidade em ambos os membros inferiores e desempenho no *sprint* de 40 m nos atletas de taekwondo

4 DISCUSSÃO DE RESULTADOS

A principal conclusão do presente estudo é que existem especificidades em função da modalidade desportiva praticada que conduzem a uma diferenciação entre capacidades físicas nos atletas. Foi evidente nos praticantes de taekwondo menores níveis de flexibilidade em ambos os membros inferiores, e consequentemente, um pior desempenho na corrida comparativamente aos praticantes de atletismo, com melhores níveis de flexibilidade, e melhor desempenho em corrida de velocidade.

É de forma comum aceite que mesmo a mais pequena incorreção biomecânica pode resultar em desequilíbrios musculares, aspeto que conduz a menores níveis de flexibilidade. Impactos e restrições nos músculos e tendões são comuns em corredores. Enquanto a investigação indica que a flexibilidade e economia corrida se

encontram relacionadas de forma inversa (Jones, 2002), uma grande amplitude nos movimentos é uma condição necessária ao desempenho no Desporto, tendo previamente sido indicado por Posthumus et al. (2011) que corredores de elite são mais propensos a ter o gene COL5A1, que causa uma menor elasticidade nas fibras musculares.

Estudos anteriores evidenciaram que quando corremos com um peso corporal “normal”, as necessidades metabólicas aumentam de forma concomitante com o aumento da velocidade de corrida (Daniels & Daniels, 1992; Barnes & Kilding, 2015). Ambos peso corporal e velocidade de corrida afetam as respostas biomecânicas e fisiológicas dos corredores (Farina et al., 2017).

No presente estudo os atletas estudados eram jovens, nesse sentido os níveis de treino e a experiência desportiva não tinham qualquer relação com atletas de elite, que por vezes atingem sucesso acima dos trinta anos de idade. Ao nível biomecânico, é com segurança que se indica que os praticantes de atletismo apresentavam uma melhor técnica de corrida comparativamente aos praticantes de taekwondo, aspeto naturalmente associado ao processo de treino, fator de claramente beneficia na corrida de velocidade os praticantes de atletismo.

Aspeto preocupante foi a observação de diferenças significativas ao nível de flexibilidade entre membros inferiores direito e esquerdo nos praticantes de atletismo, um indicador preocupante e alerta para o potencial desenvolvimento de lesões a médio longo prazo, uma vez que os elementos da amostra eram muito jovens e poderão mais tarde especializar-se por exemplo em corrida de longa duração.

A corrida de maratona (42 km) é uma forma popular de atividade física vigorosa (Sanchez et al., 2006). Independentemente do nível do corredor, a corrida de maratona está associada a um aumento da carga do exercício nas funções fisiológicas durante várias horas. Um estudo anterior indicou que durante a maratona, a utilização de fração de frequência cardíaca máxima oscila entre os 80 e 90% (Billat et al., 2012), sugerindo que a solicitação cardiorrespiratória é elevada.

O aumento das necessidades metabólicas na corrida de maior velocidade tem sido atribuído ao aumento da frequência de passada, de aplicação de força do ponto de vista mecânico e o gerar de maiores forças de reação no solo durante os curtos períodos de contacto (Kram, 2000; Barnes & Kilding, 2015). Treinadores e atletas têm utilizado o aumento metabólico associado ao aumento da velocidade de corrida como meio de alcançar a capacidade aeróbia e o desempenho na corrida. (Daniels, 2013).

A capacidade de alcançar grandes velocidades na corrida tem sido relacionada com a capacidade de gerar força de reação na direção vertical, embora com limitação da duração do contacto com o solo (Weyand et al., 2000, 2010). Quando consideramos a correlação no desempenho nos 100 m e relação com variáveis fisiológicas observamos a composição ao nível de fibras musculares (Baguet et al. 2011) e a capacidade de utilização da fosfocreatina como fonte energética imediata (Hirvonen et al., 1987), não existindo consenso entre a relação do desempenho nos 100 m na corrida e a imediata acumulação ou remoção de ácido láctico (Hirvonen et al. 1987; Bret et al. 2003).

O presente estudo também evidenciou apenas nos praticantes de atletismo diferenças significativas ao nível da lateralidade na flexibilidade, o que se revela um dado preocupante e relacionado com o que é descrito na literatura, de potenciais problemas, nomeadamente lesões, a médio-longo prazo devido à ciclicidade dos movimentos.

O taekwondo é uma modalidade desportiva olímpica categorizada por peso, um Desporto de combate em que os atletas vencem pelo somatório de pontos alcançados durante os combates ou por *knockout* técnico (Bridge et al., 2014). No taekwondo de elite os atletas evidenciam um rácio entre a duração de atividade e repouso de 1:3 a 1:4 em atletas masculinos e femininos (Heller et al., 1998). No taekwondo, por exemplo ao nível do ataque, as estratégias focam-se primariamente em técnicas de pontapé de grande intensidade (Pieter & Heijmans, 1997; Whang et al., 1999). Esta forma de combate é bastante diferente de outras modalidades desportivas olímpicas tais como o boxe e judo.

A função cardiopulmonar é um indicador da capacidade de transporte de oxigénio para os músculos envolvidos na atividade, no caso específico do taekwondo, caracterizada por movimentos de alta intensidade em curtos períodos de tempo, sendo um fator importante que diretamente afeta o desempenho (Seo et al., 2011).

Os combates no taekwondo estão também muito associados a grandes níveis de força por parte dos atletas (Pieter & Heijmans, 2005) e requer necessidades fisiológicas específicas relacionadas nomeadamente com saltos e pontapés, associados a capacidade cardiorrespiratória, baixos níveis de massa gorda corporal, altos níveis de capacidade anaeróbia, movimentos técnicos muito dinâmicos e agilidade do ponto de vista global (Melhim, 2001; Markovic et al., 2005; Bridge et al., 2014; Kazemi et al., 2014). A nível internacional, os atletas evidenciam ações muito intensas/vigorosas por períodos de 3-5 segundos, anteriores a períodos de intensidade reduzida, promovendo respostas ao nível da frequência cardíaca próximas do valor máximo e concentrações de lactato próximas dos 11 mmol.L⁻¹ (Bridge et al., 2009).

O presente estudo revelou ainda uma relação evidente e concomitante entre flexibilidade e desempenho na corrida de velocidade nos praticantes de atletismo, contrariamente ao que se observou para os praticantes de taekwondo, onde esta relação não foi visível. Tal representa indicar que os níveis de flexibilidade nos praticantes de atletismo tinham uma relação direta com um bom desempenho na corrida de velocidade, situação não verificada nos praticantes de taekwondo.

A flexibilidade é uma capacidade que se vai “perdendo” com o envelhecimento, é uma capacidade importante para o taekwondo no sentido de garantir uma amplitude nas ações, nomeadamente de ataque do adversário. O treino mais específico desta capacidade naturalmente que surgirá posteriormente à idade dos praticantes do presente estudo, embora seja uma capacidade que deve ser treinado no quotidiano desde tenra idade. Entendemos que este facto aliado à não ocorrência natural de especialização nestas idades nos praticantes de atletismo conduziu aos resultados encontrados no presente estudo, relevantes para o processo de treino de jovens atletas.

5 CONCLUSÕES

Observou-se no presente estudo a importância de analisar faixas etárias diferentes daquelas que muitas vezes constam na literatura, associadas ao alto rendimento, e, naturalmente idades mais avançadas.

Sendo a flexibilidade e velocidade de corrida fundamentais em diversas modalidades desportivas, o presente estudo revelou a importância e relação da primeira sobre a segunda, o que deve ser considerado por treinadores das mais diferentes modalidades desportivas no processo de treino quotidiano.

Constata-se ainda a importância de decorrer avaliação e controlo do treino nestas faixas etárias pré pubertárias no sentido de acompanhar a evolução plurianual de capacidades físicas e evitar problemas nomeadamente ao nível de lesões, que são conhecidos, por exemplo, ao nível de desportivos cíclicos, como é o caso da corrida.

Futuramente parece-nos fundamental atribuir ênfase a este acompanhamento do processo de treino desde idade precoce, o que permitirá uma avaliação e acompanhamento longitudinal que favorecerá a fase de especialização em função das capacidades individuais de cada um no atletismo e a prescrição de treino de forma adequada. Também para o taekwondo é fundamental este acompanhamento no sentido de avaliar e potenciar as capacidades fundamentais ao sucesso desportivo.

Estudo futuros poderão incluir outras capacidades e ainda análise biomecânica de movimentos e resposta específica a nível muscular, ambas com relação com níveis de flexibilidade e velocidade de corrida, capacidades fundamentais em várias modalidades desportivas.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Baguet, A., Everaert, I., Hespel, P., Petrovic, M., Achten, E., Derave, W. (2011). A new method for non-invasive estimation of human muscle fiber type composition. *PLoS ONE*, 6(7), e21956. doi: 10.1371/journal.pone.0021956.
- Bauman, A., Murphy, N., Lane, A. (2009). The role of community programmes and mass events in promoting physical activity to patients. *British Journal of Sports Medicine*, 43, 44-46. doi: 10.1136/bjsm.2008.054189.
- Barnes, K.R. & Kilding, A.E. (2015). Running economy: measurement, norms and determining factors. *Sports Medicine Open*, 1(1), 8.
- Billat, V.L., Petot, H., Landrain, M., Meilland, R., Koralsztejn, J.P., Mille-Hamard L. (2012). Cardiac output and performance during a marathon race in middle-aged recreational runners, *The Scientific World Journal*, 2012, Article ID 810859. doi: 10.1100/2012/810859
- Borgers, J., Thibaut, E., Vandermeersch, H., Vanreusel, B., Vos, S., Scheerder, J. (2015). Sports participation Styles revisited: A time-trend study in Belgium from the 1970s to the 2000s. *International Review for the Sociology of Sport*, 50, 45-63.
- Borgers, J., Pilgaard, M., Vanreusel, B., Scheerder, J. (2016). Can we consider changes in sports participation as institutional change? A conceptual framework. *International Review for the Sociology of Sport*, 55(1), 84-100. doi: 10.1177/101269021663959
- Bret, C., Messonnier, L., Nouck, J.M., Freund, H., Dufour, A.B., Lacour, J-R. (2003). Differences in lactate exchange and removal abilities in athletes specialised in different track running events (100 to 1500 m). *International Journal of Sports Medicine*, 24, 108-113.
- Bridge, C.A., Jones, M.A., Drust, B. (2009). Physiological responses and perceived exertion during international taekwondo competition. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 4, 485-493.
- Bridge, C.A., Ferreira, da Silva Santos, J., Chaabène, H., Pieter, W., Franchini, E. (2014). Physical and physiological profiles of taekwondo athletes. *Sports Medicine*, 44, 713-733. doi: 10.1007/s40279-014-0159-9.
- Daniels, J.T. & Daniels, N. (1992). Running economy of elite male and elite female runners. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 24, 483-489.
- Daniels, J.T. (2013). Daniels' running formula. Champaign: Human Kinetics.
- Farina, K.A., Wright, A.A., Ford, K.R., Wirfel, L.A., Smoliga, J.M. (2017). Physiological and biomechanical responses to running on lower body positive pressure treadmills in healthy populations. *Sports Medicine*; 47, 261-275. doi: 10.1007/s40279-016-0581-2.
- Fong, S.S. & Ng, G.Y. (2011). Does Taekwondo training improve physical fitness? *Physical Therapy in Sport*, 12, 100-106. doi: 10.1016/j.ptsp.2010.07.001.
- Fortina, M., Mangano, S., Carta, S., Carulli, C. (2017). Analysis of Injuries and Risk Factors in Taekwondo during the 2014 Italian University Championship. *Joints*, 5(3), 168-172 doi: 10.1055/s-0037-1605390
- Havens, K.L. & Sigward, S.M. (2015). Whole body mechanics differ among running and cutting maneuvers in skilled athletes. *Gait Posture*; 42: 240-245. doi: 10.1016/j.gaitpost.2014.07.022.
- Heller J, Peic T, Dlouha R, Kohlikova E, Melichna J, Novakova H. Physiological profiles of male and female Taekwondo (ITF) black belts (1998). *Journal of Sports Sciences*, 16(3), 243-249.

- Hirvonen, J., Rehunen, S., Rusko, H., Harkonen, M. (1987). Breakdown of high-energy phosphate compounds and lactate accumulation during short supramaximal exercise. *European Journal of Applied Physiology*, 56, 253-259.
- Jang, D-J., Kim H-C., Kim, J-K., Jung, S-Y., Kim, D-Y. (2017). Effects of habitual smoking on cardiopulmonary function in taekwondo athletes. *Journal of Exercise Rehabilitation*, 13(6), 711-715. doi: 10.12965/jer.1735172.586.
- Jones, A. M. (2002). Running Economy is Negatively Related to Sit-and-Reach Test Performance in International-Standard Distance Runners. *International Journal of Sports Medicine*, 23(1), 40-43. doi:10.1055/s-2002-19271
- Kazemi M., Casella C., Perri G. (2009). 2004 Olympic tae kwon do athlete profile. *The Journal of the Canadian Chiropractic Association*, 53(2), 144-152.
- Kazemi, M., Waalen, J., Morgan, C., White, A.R. (2006). A profile of Olympic taekwondo competitors. *Jornal of Sports Science and Medicine*, 5, 114-121.
- Kram R. (2000). Muscular force or work: what determines the metabolic energy cost of running? *Exercice and Sport Sciences Reviews*, 28, 138-143
- Lee, B. & Kim, K. (2015). Effect of Taekwondo Training on Physical Fitness and Growth Index According to IGF-1 Gene Polymorphism in Children. *The Korean Journal of Physiology & Pharmacology*, 19, 341–347. doi: 10.4196/kjpp.2015.19.4.341.
- Markovic, G., Misigoj-Durakovic, M., Trninic S. (2005). Fitness profile of elite croatian female taekwondo athletes. *Collegium Antropologicum*, 29(1), 93–99.
- Matsushigue, K.A., Hartmann, K., Franchini, E. (2009). Taekwondo physiological responses and match analysis. *Jornal of Strength and Conditioning Research*, 2009; 23(4): 1112-1117. doi: 10.1519/JSC.0b013e3181a3c597.
- Melhim A. F. (2001). Aerobic and anaerobic power responses to the practice of taekwon-do. *British Journal of Sports Medicine*, 35(4), 231-234.
- Nunan D. (2006). Development of a sports specific aerobic capacity test for karate – a pilot study. *Jornal of Sports Science and Medicine*, 5, 47-53.
- Pacifico, L., Anania, C., Martino, F., Poggiogalle, E., Chiarelli, F., Arca, M., Chiesa, C. (2011). Management of metabolic syndrome in children and adolescents. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*, 21, 455-466.
- Pieter W. & Heijmans J. (1997). Scientific coaching for olympic taekwondo. Meyer and Meyer.
- Posthumus, M., Schwellnus, M.P., Collins, M. (2011). The COL5A1 Gene. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 43(4), 584-589. doi:10.1249/mss.0b013e3181f34f4d.
- Rocha, F., Louro, H., Matias, R., Brito, J., Costa, A.M. (2016). Determination of Aerobic Power Through a Specific Test for Taekwondo - A Predictive Equation Model. *Journal of Human Kinetics*, 53(1), 117-126. doi: 10.1515/hukin-2016-0016
- Scheerder, J., Breedveld, K., Borgers, J. (2015). Who Is Doing a Run with the Running Boom? The growth and governance of one of Europe’s most popular sport activities. Palgrave Macmillan
- Seo, B., Kim, D., Choi, D., Kwon, C., Shin, H. (2011). The effect of electrical stimulation on blood lactate after anaerobic muscle fatigue induced in Taekwondo athletes. *Journal of Physical Therapy Science*, 23,271-275.
- Specker, B., Thiex, N.W., Sudhagani, R.G. (2015). Does Exercise Influence Pediatric Bone? A Systematic Review. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 473, 3658-3672. doi: 10.1007/s11999-015-4467-7
- Sanchez, L.D., Corwell, B., Berkoff, D. (2006). Medical problems of marathon runners, *American Journal of Emergency Medicine*, 24(5), 608–615.
- Suzuki, Y., Ae, M., Takenaka, S., Fujii, N. (2014). Comparison of support leg kinetics between side-step and crosstep cutting techniques. *Sports Biomechanics*; 13(2): 144-153.
- Van Bottenburg, M.A. (2006). A second wave of running? *Sport Marketing Europe*, 1, 26-30.
- Wells, K.F. & Dillon, E.K. (1952). The sit and reach. A test of back and leg flexibility. *Research Quarterly*; 23: 115-118.
- Weyand, P.G., Sternlight, D.B., Bellizzi, M.J., Wright, S. (2000) Faster top running speeds are achieved with greater ground forces not more rapid leg movements. *Journal of Applied Physiology*, 89(5), 1991-1999.
- Weyand, P.G., Sandell, R.F., Prime, D.N.L., Bundle, M.W. (2010). The biological limits to running speed are imposed from the ground up. *Journal of Applied Physiology*; 108(4): 950-961. doi: 10.1152/japplphysiol.00947.2009.
- Whang, S.C., Whang, J.C., Lee, D.S., Saltz, B. (1999). Taekwondo: the State of the Art. Broadway.