

AUTORES:

Pedro Harry Leite ¹
Fernando Ribeiro ^{2,3}
António Natal Rebelo ⁴

¹ Escola Superior de Saúde Jean Piaget, Instituto Piaget, VN Gaia, Portugal

² CESPU, Instituto Politécnico de Saúde do Norte, Gandra-PRD, Portugal

³ CIAFEL, Faculdade de Desporto Universidade do Porto, Portugal

⁴ CIFI²D, Faculdade de Desporto Universidade do Porto, Portugal

<https://doi.org/10.5628/rpcd.12.01.31>

Efeito da realização de remates repetidos na sensação de posição da articulação do joelho de jovens futebolistas.

PALAVRAS CHAVE:

Propriocepção. Sensação de posição articular.
Joelho. Futebol.

RESUMO

O presente estudo avaliou o efeito da realização de uma tarefa repetida de remate na sensação de posição da articulação do joelho de jovens futebolistas. A amostra foi constituída por 13 jovens futebolistas (idade 17.8 ± 1.2 anos). A sensação de posição articular foi avaliada antes e imediatamente após a realização de 15 remates repetidos e realizados com potência máxima, a 11 metros da baliza. A sensação de posição articular (reportada através do erro angular absoluto e relativo) foi avaliada por reposicionamento ativo ipsilateral, em cadeia cinética aberta, de uma posição passivamente determinada. A velocidade da bola foi avaliada através de radar. Os resultados indicaram que a velocidade média da bola atingida nos remates diminuiu significativamente entre os 5 remates iniciais e os 5 finais ($40.5 \pm 0.85 \text{ m.s}^{-1}$ vs $38.3 \pm 0.92 \text{ m.s}^{-1}$; $p=0.03$). Não se observaram diferenças significativas entre os valores das médias obtidas em repouso e após a realização dos remates no erro angular absoluto ($5.41 \pm 0.83^\circ$ vs $5.54 \pm 0.84^\circ$; $p=0.89$) e erro angular relativo ($2.88^\circ \pm 1.52$ vs $4.97^\circ \pm 1.08^\circ$; $p=0.36$). Em conclusão, uma série de 15 remates consecutivos não altera significativamente a sensação de posição do joelho de jovens futebolistas.

Correspondência: Pedro Harry Leite. Escola Superior de Saúde Jean Piaget. Alameda Jean Piaget 4405-678 Gulpilhares. Vila Nova de Gaia, Portugal (pleite@gaia.ipiaget.org).

Effect of repeated shots on goal on knee joint position of young football players.

ABSTRACT

The present study aimed to evaluate the effect of 15 maximal shots on knee joint position sense of young football players. Joint position sense was evaluated in 13 players before and immediately after a series of 15 maximal shots at eleven meters of the goal. Knee joint position sense of the dominant limb was assessed by active tests with ipsilateral active limb matching responses, without visual input, in open kinetic chain. Ball speed was measured by radar. The results indicated that the average velocity of the ball in the first five shots was significantly higher than that measured in the last five shots ($40.5 \pm 0.85 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ vs $38.3 \pm 0.92 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$; $p=0.03$). No changes were observed in absolute ($5.41 \pm 0.83^\circ$ vs $5.54 \pm 0.84^\circ$; $p=0.89$) and relative ($2.88^\circ \pm 1.52$ vs $4.97^\circ \pm 1.08^\circ$; $p=0.36$) angular errors between baseline and post shots assessment. In conclusion, the series of 15 maximal shots did not change significantly knee joint position sense of young football players.

KEY WORDS:

Proprioception. Joint position sense. Knee. Football.

INTRODUÇÃO

O crescimento do número de praticantes de futebol e a intensidade do jogo conduziram ao aumento do número de lesões desportivas de carácter traumático. O joelho, pela sua condição de articulação altamente solicitada e exposta a traumas, é frequentemente lesado ⁽²⁵⁾.

A propriocepção é geralmente referida como o nosso "sexto sentido", que faz com que o cérebro desenvolva um mapa interno do corpo permitindo a realização de atividades sem precisar de as monitorar visualmente a todo o instante ^(16,21). Deste modo, a propriocepção desempenha um importante papel na função e estabilidade do joelho e assim, também, na prevenção de lesões. Tem um papel importante na regulação do equilíbrio e locomoção ⁽²⁹⁾, providenciando ao sistema nervoso central informação acerca da localização espacial das diferentes "partes" do corpo, do movimento articular e da tensão muscular ⁽¹⁹⁾.

As exigências de um jogo de futebol incluem ações repetidas de natureza excêntrica e de estabilização dinâmica dos membros inferiores, mudanças de direção muito rápidas e espontâneas e ações imprevisíveis de apoio de cada um ou de ambos os pés no solo. Estes fatores, associados ao fato do futebol ser um desporto de contato físico, requerem dos futebolistas informações proprioceptivas relevantes, provenientes dos mecanorreceptores, de modo que o controlo neuromuscular seja ajustado não só ao desempenho das habilidades mas também à prevenção de lesões ⁽⁴⁾.

O presente estudo centrou-se na análise da sensação de posição articular (SPA), enquanto indicador de propriocepção, por duas razões que se relacionam entre si: (i) pelo facto da sensação de posição articular ser sinalizada principalmente pelos fusos musculares ⁽⁸⁾; e (ii) porque as aferências que neles têm origem se alteram na presença de fadiga muscular local ⁽²⁰⁾ e exercício submáximo não indutor de fadiga ^(2,13). Um dos gestos mais frequentes no futebol é o remate, movimento de alto impacto, que resulta de ações segmentares coordenadas com o objetivo de transmitir à bola uma determinada velocidade (normalmente máxima) e direção ⁽⁴⁾. Deste modo, o objetivo do presente estudo foi analisar o efeito de um protocolo de remates repetidos na SPA do joelho em jovens futebolistas.

MATERIAL E MÉTODOS

AMOSTRA

A amostra de conveniência foi constituída por 13 jovens futebolistas do sexo masculino (idade 17.8 ± 1.2 anos, peso 69.2 ± 8.7 kg, altura 175 ± 7.5 cm, anos de prática da modalidade 5 ± 3 anos) representantes dos juniores A de uma equipa que disputava o campeonato distrital da Associação de Futebol de Viseu.

Foram excluídos os sujeitos com história de lesão do membro inferior (anca, joelho, tíbio-társica ou pé) nos 12 meses precedentes ao estudo, aqueles que apresentassem disfunção

vestibular ou neuromuscular, ou que estivessem envolvidos em programas de reabilitação proprioceptiva. Todos os procedimentos foram efectuados de acordo com a declaração de Helsínquia, tendo os participantes dado consentimento informado por escrito e o estudo sido aprovado pela Comissão de Ética local.

PREPARAÇÃO DOS SUJEITOS E AVALIAÇÃO DA SPA

A SPA, definida como a capacidade de compreender um determinado ângulo articular que depois de removido será activa ou passivamente reproduzido pelo sujeito ⁽²⁴⁾, foi avaliada em dois momentos distintos, antes e após a realização de uma série de remates repetidos, através do reposicionamento articular activo ipsilateral de uma posição passivamente determinada.

Os participantes usaram calçado específico de futebol (chuteiras), calções e *t-shirt*. As avaliações da propriocepção foram efetuadas com os sujeitos sentados comodamente numa mesa (colocada no terreno de jogo), com os membros inferiores livremente suspensos e de olhos vendados para que fosse removido o *input* visual ⁽¹⁴⁾. Os participantes posicionavam-se com ligeira inclinação posterior do tronco para eliminar a tensão dos músculos isquiotibiais.

Foram colocados 4 marcadores de referência na face lateral do membro a avaliar (membro dominante), colados com adesivo de dupla face à pele da região do ápex do grande trocanter, trato iliotibial ao nível da prega posterior do joelho com este flectido a 80º, cabeça da fíbula e proeminência do maléolo lateral (Figura 1); esta posição dos marcadores facilita as medições por computador a partir da gravação em vídeo dos testes ⁽³⁾. O membro dominante foi determinado questionando o participante sobre qual o membro que utilizaria para chutar uma bola.

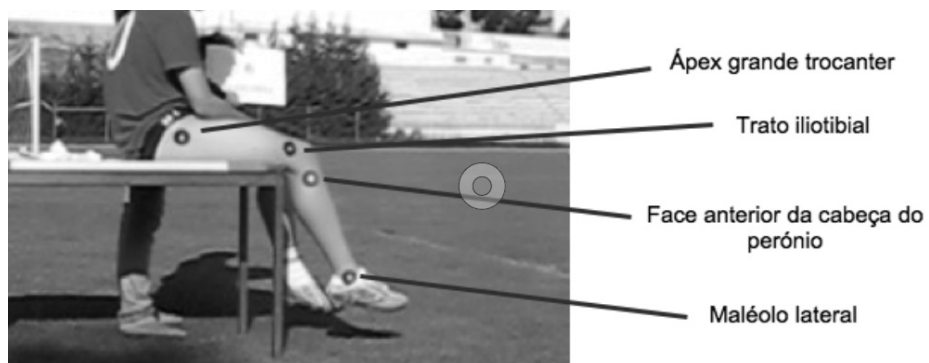


FIGURA 1 — Localização dos marcadores para avaliação da propriocepção em movimentos de flexão-extensão do joelho.

Seguidamente o examinador pegava suavemente no pé do sujeito e efectuava um posicionamento passivo de forma lenta (aproximadamente $10^{\circ}/s$)⁽¹⁴⁾, a partir da posição de flexão de aproximadamente 90° , até à posição alvo (entre 40° e 60°) e pedia ao sujeito para, de forma activa, manter a posição durante 5 segundos; durante este período, os sujeitos tentavam identificar e memorizar a posição de teste. Posteriormente, o examinador a uma velocidade de aproximadamente $10^{\circ}/s$ reposicionava o membro na posição inicial. Os participantes eram depois instruídos a reproduzirem activamente o ângulo alvo, a reportar por sua voz "posição" e a mantê-lo durante 3 segundos para que adequadamente se obtivesse a gravação vídeo da posição. No final dos 3 segundos, o participante voluntariamente fazia regressar o membro à posição inicial e repetia o reposicionamento em 4 tentativas adicionais⁽¹⁴⁾. Todo este procedimento foi gravado através de uma câmara de vídeo colocada à mesma altura do joelho⁽¹⁰⁾.

A SPA foi avaliada através de reposicionamento activo, uma vez que a contracção muscular produz uma sensação mais precisa da posição do membro⁽¹⁵⁾, reflectindo este tipo de avaliação a influência dos receptores musculares⁽¹⁴⁾. Foi escolhida a cadeia cinética aberta para a medição da SPA, visto ser desta forma que o remate é efetuado. Esta posição retira informação proprioceptiva (ao pé) concentrando a avaliação no joelho⁽⁶⁾.

As posições de teste e de reposicionamento do joelho foram determinadas pela análise computadorizada das imagens gravadas em vídeo recorrendo ao módulo de digitalização bidimensional do programa *Ariel Performance Analysis System* (APAS) (*Ariel Dynamics, Trabuco Canyon, CA, USA*).

Os resultados da avaliação da SPA foram reportados tendo por base duas medidas: o valor do erro angular relativo (ER) e o valor do erro angular absoluto (EA)⁽⁵⁾. O ER é uma medida de acuidade e resulta da diferença aritmética entre a posição de teste e a posição de reposicionamento adoptada pelo sujeito. Proporciona dados sobre a magnitude e direcção da informação e caracteriza o erro por subestimação ou sobre-estimação, dependendo da relação entre a posição inicial, a posição de teste e a posição de reposicionamento. O EA contém apenas a magnitude do erro e representa a capacidade geral de reprodução de determinado ângulo articular.

PROTOCOLO DE REMATES

O protocolo de remates consistiu na realização de 15 remates máximos a 11 m da baliza, precedidos por um aquecimento composto por cinco minutos de corrida lenta no terreno de jogo e 10 remates com força e velocidade submáximas.

Os participantes foram instruídos a realizarem os remates dirigidos à baliza e aplicando a máxima força e velocidade de movimento que lhes fosse possível. A velocidade da bola no remate foi avaliada através de um radar (*Stalker Radar*, Plano, Texas, USA) colocado atrás da baliza destinada aos remates, a 3 metros da linha de baliza. A bola a ser rematada

encontrava-se a uma distância de 11 metros da linha de baliza, estando por isso a cerca de 14 metros do instrumento de medição. As velocidades da bola durante os remates eram registadas através de um computador portátil. A velocidade máxima inicial resultou do valor médio da velocidade dos primeiros 5 remates e a velocidade máxima final foi obtida através do valor médio dos 5 remates finais

PROCEDIMENTOS ESTATÍSTICOS

O tratamento estatístico dos dados foi efectuado com recurso ao programa estatístico SPSS 17. Foi utilizado o teste de *Shapiro-Wilk* para testar a normalidade das distribuições dos dados. Para a descrição dos dados foram usados os valores da média e desvio padrão da média. Foi utilizado o teste *t-student* para amostras emparelhadas para comparar as médias dos erros articulares e da velocidade da bola nos momentos antes e após protocolo de remates. O nível de significância foi estabelecido em 0.05

RESULTADOS

Na Figura 2 apresentam-se os valores médios das velocidades dos 5 primeiros e dos últimos 5 remates do protocolo. A média da velocidade dos 5 remates iniciais foi significativamente superior à média da velocidade dos 5 remates finais ($40.5 \pm 0.85 \text{ m.s}^{-1}$ vs $38.3 \pm 0.92 \text{ m.s}^{-1}$; $p=0.03$). Os valores da amplitude de variação antes e após o protocolo foram 10.6 m.s^{-1} e 11.2 m.s^{-1} , respectivamente.

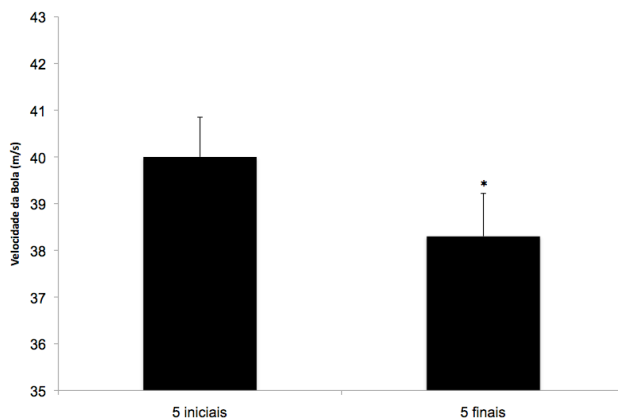


FIGURA 2 — Velocidade média da bola nos 5 remates iniciais e 5 finais.

Relativamente à SPA (Figura 3), não se verificaram alterações significativas no EA obtido antes e depois do protocolo de remates ($5.41 \pm 0.83^{\circ}$ vs $5.54 \pm 0.84^{\circ}$; $p=0.89$). Também não se verificaram diferenças nos valores das médias do ER obtidas antes e depois do protocolo de remate ($2.88 \pm 1.52^{\circ}$ vs $4.97 \pm 1.08^{\circ}$; $p=0.36$).

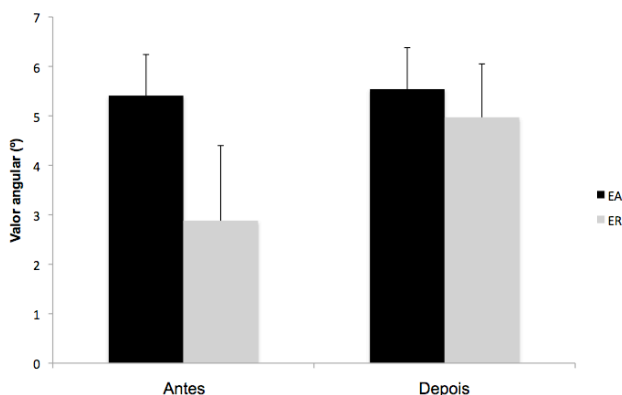


FIGURA 3 — Valores de erro angular absoluto (EA) e relativo (ER) antes e depois do protocolo de remates.

DISCUSSÃO

O presente estudo teve por objetivo avaliar o efeito de uma série de remates repetidos na propriocepção do joelho em futebolistas. Verificou-se que 15 remates consecutivos executados com velocidade máxima de movimento e força, não alteraram significativamente a SPA do joelho.

Estes resultados sugerem que a alteração observada nos músculos responsáveis pela realização do remate não foi acompanhada por alterações no *input* sensorial dos mecanorreceptores a ponto da acuidade proprioceptiva se mostrar alterada.

Se o protocolo de remates fosse suficientemente intenso para induzir localmente fadiga muscular, seria expectável que induzisse défices proprioceptivos^(1, 23, 27). A presença de fadiga muscular local parece estar associada a uma desensibilização do fuso neuromuscular e desta forma a diminuição do *feedback* aferente ao sistema nervoso central⁽²⁸⁾. De facto esta condição, pelos aumentos na concentração intramuscular de lactato, bradicinina, potássio e ácido araquidónico, pode alterar o padrão de descarga do fuso aumentando assim o seu limiar e consequentemente a coactivação alfa-gama^(11, 12, 17, 18). Alguns estudos efectuados em atletas mostraram que a fadiga muscular altera negativamente a propriocepção do joelho⁽²²⁾ e a estabilidade postural⁽⁹⁾.

Miura et al. ⁽¹⁴⁾, ao observarem a manutenção dos níveis de propriocepção em fadiga, avançaram como hipótese explicativa a existência de um mecanismo compensatório da diminuição da informação dos mecanorreceptores musculares, através do aumento do *input* neural dos restantes mecanorreceptores localizados na cápsula articular, ligamentos e pele. Adicionalmente, a importância dos músculos sinérgicos e acessórios é fundamental, pois atuam como auxiliares dos músculos principais quando estes estão fatigados.

Uma possível explicação para os nossos resultados poderá estar relacionada com o facto do protocolo de remates repetidos não ter sido suficientemente fatigante do ponto de vista neuromuscular, apesar de se ter verificado uma diminuição significativa na velocidade da bola no remate. A diminuição de cerca de 5% da velocidade da bola poderá não ser suficiente para refletir elevada fatigabilidade neuromuscular. No presente estudo, optámos por utilizar um protocolo de remates baseado em ações do próprio jogo. Porém, devemos ter em atenção que se trata de um protocolo em cadeia cinética aberta, eventualmente desajustado relativamente às atividades funcionais normais que conduzem à fadiga dos músculos que intervêm na articulação do joelho em jogo, habitualmente em cadeia cinética fechada.

Pelo contrário se o protocolo de remates repetidos se tivesse constituído para estes indivíduos, não como um protocolo de fadiga, mas apenas como um exercício de aquecimento, seria expectável que a acuidade proprioceptiva melhorasse. Para Bartlett e Warren ⁽²⁾, a realização de exercício suave ou submáximo provoca um aumento do mecanismo reflexo neuromuscular de proteção, pelo que a propriocepção tenderá a melhorar. Esta melhoria parece estar associada à melhoria das propriedades viscoelásticas do tecido muscular, aumento de oxigenação, da condução nervosa e da temperatura corporal ⁽⁷⁾. Também Subasi et al. ⁽²⁶⁾ demonstraram que exercícios de aquecimento incluindo corrida ligeira e alongamento muscular melhoraram a propriocepção do joelho e o equilíbrio. Verificou-se também que períodos de 10 minutos produziam resultados mais efectivos do que 5 minutos. Comparando com o tempo despendido pelos atletas do presente estudo (incluindo a preparação dos remates repetidos), verificamos que em média o nosso período total demorou menos que 10 minutos, o que poderá ajudar a explicar os resultados obtidos.

O presente estudo mostrou ainda uma grande variabilidade nos valores de SPA. Este facto poderá também ajudar explicar a não existência de diferenças significativas da SPA entre medidas obtidas antes e após o protocolo de remates. Analisando os resultados de forma individualizada, 6 futebolistas apresentaram um decréscimo ligeiro na acuidade proprioceptiva do joelho (verificado pelo aumento do erro absoluto), e os restantes 7 jogadores melhoraram ligeiramente a resposta após o protocolo de remates.

Algumas limitações do presente estudo poderão ser salientadas: desde logo parece-nos importante a quantificação objetiva da força muscular antes e após a realização da série de remates repetidos, de forma a objetivar e clarificar a presença ou não de fadiga muscular local. Por outro lado, o número de remates do protocolo mostrou-

-se desajustado, não proporcionando alterações susceptíveis de serem interpretadas como resultantes de fadiga ou de exercício de aquecimento, sugerindo-se desta forma que em estudos futuros se utilizem protocolos com número de remates superior impondo carga física distinta. A avaliação da propriocepção do membro inferior de apoio deverá também ser considerada. Em conclusão, uma série de 15 remates repetidos não alterou a sensação de posição do joelho em jovens futebolistas, parecendo que nessa dose se não constitui como factor de risco acrescido de lesão.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi parcialmente apresentado na *XXI International Conference on Sports Rehabilitation and Traumatology*, que decorreu a 21 e 22 de Abril de 2012, em Londres, Reino Unido.

REFERÊNCIAS

1. Allen TJ, Leung M, Proske U (2010). The effect of fatigue from exercise on human limb position sense. *J Physiol* 588 (Pt 8): 1369-77.
2. Bartlett MJ, Warren PJ (2002). Effect of warming up on knee proprioception before sporting activity. *Br J Sports Med* 36 (2): 132-4.
3. Bennell K, Wee E, Crossley K, Stillman B, Hodges P (2005). Effects of experimentally-induced anterior knee pain on knee joint position sense in healthy individuals. *J Orthop Res* 23 (1): 46-53.
4. Bernier MR (2003). Perturbation and agility training in the rehabilitation of soccer athletes. *Athlet Ther Today* 8 (3): 20-22.
5. Beynon BD, Renstrom PA, Konradsen L, Elmqvist L-G, Gottlieb D, Dirks M (2000). Validation of techniques to measure knee proprioception. In: Lephart SMF, Hu FH (ed.). *Proprioception and Neuromuscular Control in Joint Stability*. Champaign, IL: Human Kinetics, 127-138.
6. Birmingham TB, Inglis JT, Kramer JF, Kirkley A, Spaulding SJ, Vandervoort AA (2001). Knee bracing for medial compartment osteoarthritis: effects on proprioception and postural control. *Rheumatology* 40: 285-289.
7. Bishop D (2003). Warm up II: performance changes following active warm up and how to structure the warm up. *Sports Med* 33 (7): 483-98.
8. Bouet V, Gahery Y (2000). Muscular exercise improves knee position sense in humans. *Neurosci Lett* 289 (2): 143-6.
9. Brito J, Fontes I, Ribeiro F, Raposo A, Krustrup P, Rebelo A (2012). Postural stability decreases in elite young soccer players after a competitive soccer match. *Phys Ther Sport* 13 (3): 175-9.
10. Bullock-Saxton JE, Wong WJ, Hogan N (2001). The influence of age on weight-bearing joint reposition sense of the knee. *Exp Brain Res* 136 (3): 400-6.
11. Djupsjobacka M, Johansson H, Bergenheim M (1994). Influences on the gamma-muscle-spindle system from muscle afferents stimulated by increased intramuscular concentrations of arachidonic acid. *Brain Res* 663 (2): 293-302.
12. Djupsjobacka M, Johansson H, Bergenheim M, Wenngren BI (1995). Influences on the gamma-muscle spindle system from muscle afferents stimulated by increased intramuscular concentrations of bradykinin and 5-HT. *Neurosci Res* 22 (3): 325-33.
13. Magalhaes T, Ribeiro F, Pinheiro A, Oliveira J (2010). Warming-up before sporting activity improves knee position sense. *Phys Ther Sport* 11 (3): 86-90.
14. Miura K, Ishibashi Y, Tsuda E, Okamura Y, Otsuka H, Toh S (2004). The effect of local and general fatigue on knee proprioception. *Arthroscopy* 20 (4): 414-8.
15. Paillard J, Brouchon M (1974). A proprioceptive contribution to the spatial encoding of position cues for ballistic movements. *Brain Res* 71 (2-3): 273-84.
16. Parkhurst TM, Burnett CN (1994). Injury and proprioception in the lower back. *J Orthop Sports Phys Ther* 19 (5): 282-95.
17. Pedersen J, Lonn J, Hellstrom F, Djupsjobacka M, Johansson H (1999). Localized muscle fatigue decreases the acuity of the movement sense in the human shoulder. *Med Sci Sports Exerc* 31 (7): 1047-52.
18. Pedersen J, Sjolander P, Wenngren BI, Johansson H (1997). Increased intramuscular concentration of bradykinin increases the static fusimotor drive to muscle spindles in neck muscles of the cat. *Pain* 70 (1): 83-91.
19. Proske U, Gandevia SC (2009). The kinaesthetic senses. *J Physiol* 587 (Pt 17): 4139-46.
20. Ribeiro F, Mota J, Oliveira J (2007). Effect of exercise-induced fatigue on position sense of the knee in the elderly. *Eur J Appl Physiol* 99 (4): 379-85.
21. Ribeiro F, Oliveira J (2007). Aging effects on joint proprioception: the role of physical activity in proprioception preservation. *Eur Rev Aging Phys Act* 4: 71-76.
22. Ribeiro F, Santos F, Gonçalves P, Oliveira J (2008). Effects of volleyball matchinduced fatigue on knee joint position sense. *Eur J Sport Sci* 8 (6): 397-402.
23. Ribeiro F, Venâncio J, Quintas P, and Oliveira J (2011). The effect of fatigue on knee position sense is not dependent upon the muscle group fatigued. *Muscle Nerve* 44 (2): 217-20.

24. Rozzi S, Yuktananandan P, Pincevero D, Lephart SM (2000). Role of fatigue on proprioception and neuromuscular control. In: Lephart SMF, Hu FH (ed.). *Proprioception and Neuromuscular Control in Joint Stability*. Champaign, IL: Human Kinetics, 375–384.
25. Stewien E, Camargo O (2005). Ocorrência de entorse e lesões do joelho em jogadores de futebol da cidade de Manaus, Amazonas. *Acta Ortop Bras* 13 (3): 141-146.
26. Subasi SS, Gelecek N, Aksakoglu G (2008). Effects of different warm-up periods on knee proprioception and balance in healthy young individuals. *J Sport Rehabil* 17 (2): 186-205.
27. Tripp BL, Yochem EM, Uhl TL (2007). Functional fatigue and upper extremity sensorimotor system acuity in baseball athletes. *J Athl Train* 42 (1): 90-8.
28. Voight ML, Hardin JA, Blackburn TA, Tippet S, Caner GC (1996). The effects of muscle fatigue on and the relationship of arm dominance to shoulder proprioception. *J Orthop Sports Phys Ther* 23 (6): 348-52.
29. You SH (2005). Joint position sense in elderly fallers: a preliminary investigation of the validity and reliability of the SENSERite measure. *Arch Phys Med Rehabil* 86 (2): 346-52