
TREINO PROPRIOCEPTIVO NA PREVENÇÃO E REABILITAÇÃO DE LESÕES NOS JOVENS ATLETAS

AUTORES

Márcio L. P. Domingues¹

¹Mestrando FCDEF Coimbra

TREINO PROPRIOCEPTIVO NA PREVENÇÃO E REABILITAÇÃO DE LESÕES NOS JOVENS ATLETAS
4(4): 29-37

PALAVRAS-CHAVE

propriocepção; reabilitação funcional; equilíbrio; lesão.

KEYWORDS

proprioception; functional rehabilitation; balance; injury.

O artigo exposto nunca foi apresentado, ficando salvaguardado o exclusivo do mesmo para efeitos de publicação na presente revista.

RESUMO

O risco de lesão acompanha toda a participação desportiva. A limitação funcional muitas vezes reside da instabilidade provocada por uma lesão articular. A propriocepção é, com efeito, um conjunto de reacções que resultam num input neural cumulativo ao sistema nervoso central (SNC) de mecanorreceptores nas articulações, ligamentos, músculos, tendões e pele.

A reabilitação funcional é uma extensão da terapia física usual. O seu objectivo é proporcionar um regresso rápido do atleta aos elevados padrões motores da vida desportiva. São abordadas lesões de várias articulações tendo em conta o treino proprioceptivo. Existe muita evidência de que o treino proprioceptivo reduz a incidência de algumas lesões, sendo que a reeducação proprioceptiva contribuiu muito para a perda de medo no retorno ao trabalho, bem como às actividades desportivas.

ABSTRACT

The risk of injury comes with sport participation. The functional limitation quite often comes from the instability originated from an articular injury. Proprioception is, in fact, a sum of reactions that result on a cumulative neural input into the Central Nervous System (CNS) of mechanoreceptors in the articulations, ligaments, muscles, tendons and skin.

Functional rehabilitation is an extension of normal physical therapy. Its purpose is to allow rapid recovery of the athlete to its high sports motor patterns. We will review injuries form various articulations in respect to proprioceptive training. There is a lot of evidence that proprioceptive training diminishes the incidence of some injuries, and that proprioceptive reeducation contributes a lot to the lost of fear and quick return to work, as well as to sport activities.

INTRODUÇÃO

A participação desportiva anda acompanhada com o risco de lesão. Os desportos como o futebol, voleibol ou basquetebol requerem estabilidade dinâmica ao nível do trem inferior como resposta às constantes desacelerações, saltos (Mandelbaum, Silvers, Watanabe, Knarr, Thomas, Griffin, Kirkendall, Garrett, 2005).

A fascinação do desporto reside no equilíbrio entre o espaço (forma exterior dos movimento e gestos do praticante) que se abre e se fecha, sendo que abrir é liberdade e fechar é segurança (Hotz (2003b). A procura da segurança inicial é depois substituída paulatinamente pela liberdade nas acções. As crianças e adolescentes são vulneráveis a lesões não só porque participam frequentemente em actividades desportivas como são imaturos.

A limitação funcional dos atletas nas actividades desportiva, muitas vezes reside da instabilidade provocada por uma lesão articular (Aquino, Viana, Fonseca, Brício, Vaz, 2004). O trabalho de reabilitação tem como finalidade melhorar a protecção muscular através do treino reflexivo e condicionamento físico. Aliás, o controlo da estabilidade articular relaciona-se com a presença de estruturas neurais presentes nas articulações, ligamentos e músculos, logo, está na dependência da mecânica das estruturas passivas mas também do mecanismo neuromuscular (Aquino, Viana, Fonseca, Brício, Vaz, 2004). Os mesmos autores referem que esta estabilidade articular pode ser entendida como a capacidade da articulação retomar o seu estado original depois de ter sofrido uma perturbação. De outra forma,

é necessário um sistema de avaliação e educação do jovem no desporto para reduzir o risco de lesão. A idade e o trauma podem resultar numa diminuição da propriocepção (Nitz, Nyland, Brosky Jr., Caborn, 1997). Com a idade perde-se a capacidade de detecção sensorial nas articulações como resultado de alterações no sistema sensorial que determinam a detecção de movimento (Plona, Brownstein, 1997), o que predispõe o sujeito a lesões por perda de performance funcional (Paine, Brownstein, Macha, 1997).

EVIDÊNCIAS SOBRE A PROPRIOCEPÇÃO

A sensibilidade proprioceptiva permite que o individuo estabeleça relações com o meio, fornecendo informações sobre a posição dos segmentos anatómicos e padrão do movimento, sendo que é um factor decisivo na correcção gestual, estabilidade dinâmica e prevenção de lesões. O desempenho muscular depende, em última análise, do limiar de activação e qualidade dos estímulos mecânicos (Pinheiro, 1998). A propriocepção é um conjunto de reacções que resultam num input neural cumulativo ao sistema nervoso central (SNC) de mecanoreceptores nas articulações, ligamentos, músculos, tendões e pele (Silva, Rodrigues, 2005; Liederbach, 1997; Nitz, Nyland, Brosky Jr., Caborn, 1997; Jenkins, Bronner, Mangine, 1997), é a sensação de movimento (cinestesia) e posição articular (senso posicional) articulares de fontes diferentes do sistema sensoriomotor (cutânea, visual, e auditiva) (Lephart, Perrin, Fu, 1992).

Ela está relacionada com sinais exteroceptivos (maioritariamente visão) que provêm de eventos que ocorrem no espaço extrapessoal,

durante a aprendizagem de forma a induzir a emergência de uma representação sensorial unificada (Nitz, Nyland, Brosky Jr., Caborn, 1997). Segundo os mesmos autores, a activação proprioceptiva é, em suma, um processo digital, um mecanismo de controlo neural, que muda arbitrariamente entre dois estados (movimento ou não movimento) dentro de um momento no tempo. Reduz a variabilidade no erro a constantes repetições e a velocidades cada vez maiores. Aliás, a visão favorece o desenvolvimento perceptual, aumentando a sensibilidade às estruturas espaciais (Rieser, Hill, Talor, Bradfield, Rosen, 1992).

Por sua vez, o controlo neuromuscular é a resposta eferente inconsciente a um sinal aferente referente à estabilidade dinâmica da articulação (Mandelbaum, Silvers, Watanabe, Knarr, Thomas, Griffin, Kirkendall, Garrett, 2005). Com efeito, os neurónios do córtex pré-motor são influenciados (de forma visual como proprioceptiva) pela posição de um determinado segmento, (Graziano, 1999).

Numa determinada modalidade e consoante as suas características, o sistema motor do sujeito pode ser parcialmente controlado por informação exteroceptiva ou proprioceptiva (Guillot, Collet, 2004). O treino parece resultar numa mudança de domínio visual para proprioceptivo na regulação de controlo postural numa marcha harmónica (Mesure, Amblard, Cremieux, 1997). Num estudo sobre atletas colegiais, os atletas altamente treinados possuem caminhos neurosensoriais avançados que presumivelmente se desenvolvem ao longo da vida desportiva (Lephart, Giraldo, Borsa, Fu, 1996).



É importante que os programas de reabilitação incorporem exercícios desportivos específicos de equilíbrio para lesões dos tornozelos (Forkin, Koczur, Battle, Newton, 1996).

A estimulação neuromuscular proprioceptiva, segundo Pinheiro (1998), possibilita o aumento de amplitude, ao mesmo tempo que estimula a actividade agonista, inibe a actividade muscular antagonista, aumenta os índices de coordenação muscular com a associação sinergista. São vários os autores que sugerem ser os fusos musculares os principais responsáveis pela propriocepção.

A cinestesia é a percepção consciente da posição e do movimento, sentido que é desenvolvido através do input proprioceptivo (Jenkins, Bronner, Mangine, 1997).

No seguimento, os autores referem que as actividades de facilitação neurofisiológica (treino proprioceptivo) procura encontrar equilíbrio e controle motor coordenado em ambos os níveis reflexo e voluntário, sendo que, a visão tem de ser integrada no treino das habilidades motoras. Aparelhos como o cybex que fornecem dicas visuais para o movimento e reabilitação do tempo de reacção (Brownstein, 1997b).

O mapa proprioceptivo dos segmentos corporais corresponde à representação visomotora desse ambiente de forma que a posição do segmento corresponda com a posição de um objecto definido. As tarefas que exigem movimentos multiarticulares resultam de uma sequenciação de rotações articulares coordenadas no tempo e no espaço pela informação da rotação da articulação que a precedeu (Brownstein, 1997a). Os atiradores, por exemplo, apresentam boa

estabilidade postural que resulta do treino assíduo e um uso de informações proprioceptivas e vestibulares mais frequentemente (Aalto, Pyykko, Ilmarinen, Kahkonen, Starck, 1990) ou a posição vertical na natação sincronizada (Starkes, Gabriele, Young, 1989).

A adaptação do SNC ocorre com a aquisição das habilidades motoras em resposta a uma aprendizagem motora. Assim, as respostas efectoras tornam-se mais eficientes e os movimentos mais coordenados (Jenkins, Bronner, Mangine, 1997). Brownstein (1997b), refere que as mudanças na propriocepção e alterações no padrão do músculo têm sido relatados como lesões na coluna lombar, especialmente porque a musculatura da coluna é importante em movimentos posturais e de controlo.

É necessário um input sensorial adequado e uma boa imagem da actividade, de forma a identificar os factores ambientais e estar atento ao posicionamento e orientação dos segmentos no espaço, bem como à estabilidade proximal da articulação que fornece suporte (Einhorn, Mandas, Sawyer, Brownstein B, 1997).

Já Hotz (2003a), afirma que o objectivo da coordenação, como conceito técnico, é a perfeição das habilidades, ela é uma troca de informações que desemboca na técnica e que traduz um processo de aprendizagem, consumado na:

- Recepção ou percepção de sensações, os sentidos humanos canalizam os estímulos do exterior;
- Integração sensações, precisão das representações mentais dos praticantes;
- Realização, representação mental da acção.

Trata-se de uma complexidade que integra a diferenciação, a orientação, a reacção, o ritmo e, no centro, o equilíbrio. Existe um diálogo entre a energia (factores de condição física) e a informação (componentes da coordenação).

A REEDUCAÇÃO PROPRIOCEPTIVA NA REABILITAÇÃO

A reabilitação funcional é uma extensão da terapia física usual, surgindo a cirurgia em casos excepcionais (Chaise, Morin, Witvoet, 1985). O seu objectivo é proporcionar um regresso rápido do atleta aos elevados padrões motores da vida desportiva (Lephart, Henry (1995; Lutz, Stuart, Sim, Scott, 1990). Hernandez, A (2006) afirma que o futuro das ciências do desporto passa pelo campo da neuromotricidade, sendo que, a reprogramação neuromotora pode ser de grande utilidade na prevenção de lesões. Aliás a terapia desportiva específica focada na função proprioceptiva e acompanhada de treino de força leve com baixa resistência, aumenta a performance proprioceptiva e força muscular, sem dano par as articulações (Hilberg, Herbsleb, Puta, Gabriel, Schramm, 2003).

É importante ter uma consciência dos mecanismos de lesão, uma vez que este é um factor decisivo no comportamento do desportista, posição sustentada pelas pesquisas na área da lesão desportiva (Verhagen, van der Beek, Twisk, Bouter, Bahr, van Mechelen, 2004). A este respeito, Knobloch, Rossne, Jagodzinski, Zeichen, Gossling, Martin-Schmitt, Richter, Krettek (2005), afirmam que os desportos escolares têm que beneficiar do treino proprioceptivo como factor preventivo de lesões nos dedos e tornozelo.

Williams, Chmielewski, Rudolph Buchanan, Snyder-Mackler (2001) afirmam que os deficits na propriocepção resultantes das lesões ligamentares afectam os receptores articulares mas também a função muscular, com a consequente diminuição efectiva dos receptores musculares.

A facilitação neuromuscular proprioceptiva (FNP) é um método de estiramento usado para aumentar os níveis de flexibilidade, sendo popular no âmbito da reabilitação, apesar de um estudo não indicar uma correlação positiva entre o aumento do ROM e o tempo de contracção isométrico (Nelson, Cornelius, 1991). Decicco, Fisher (2005) referem que as técnicas de contracção – relaxe – contracção (CRC) e aguentar – relaxar – contracção (HRC, em inglês) são técnicas de FNP efectivas no aumento da rotação externa do ombro. A FNP é muito utilizada no tratamento de dor lombar (Bronner, 1997), sendo que os níveis de flexibilidade aumentam se o método de FNP for realizado depois do exercício (Funk, Swank, Mikla, Fagan, Farr, 2003).

Safran M, Borsa P, Lephart S, Fu F, Warner J (2001), referem que a tendinite na coifa dos rotadores do ombro reduz a sensação cinestésica ao passo que a propriocepção não é afectada pelo treino, lassidão induzida pelo exercício e rotação externa aumentada, nos lançadores de beisebol. É uma lesão comum nos jovens jogadores, onde se procura o equilíbrio entre a mobilidade do ombro e a estabilidade, bem como a biomecânica do lançamento (Jobe, Bradley, 1988). No processo de reabilitação, a passagem do treino de aumento de amplitude para o treino de força, o terapeuta concentra a sua atenção

no timing e mecanismos dos padrões de movimento básicos apropriados (FNP) (Einhorn, Mandas, Sawyer, Brownstein B, 1997). As primeiras fase centram-se na imobilização protegida e um programa de força, onde se realizam exercícios de cadeia cinemática fechada, depois aberta, com e sem controlo visual. Depois, na parte final, treino neuromuscular e proprioceptivo e treino de agilidade específica da modalidade (Lutz, Stuart, Sim, Scott, 1990). O objectivo é o controlo muscular dinâmico e aumento da estabilidade. A estabilização rítmica constitui o treino proprioceptivo mais comum. O terapeuta aplica resistência numa direcção e o paciente aplica resistência para estabilizar o movimento.

Os jogadores de ténis acima dos 12 anos demonstraram mais capacidades de reprodução de ângulo em alguns movimentos do complexo do ombro, possuindo assim maior capacidade proprioceptiva (Jerosch, Thorwesten, Teigelkotter, 1997). Curiosamente, um estudo de Allegrucci, Whitney, Lephart, Irrgang, Fu (1995), constatou que o ombro dominante apresentava deficit de cinestesia (direcção de movimento) comparado com o não dominante.

As lesões no joelho diminuem a sua propriocepção (Laskowski, Newcomer-Aney, Smith, 1997) e um programa de treino proprioceptivo reduz a lesão no LCA (Krogsgaard, 2002). O joelho com perda de informação (descondicionamento) proprioceptiva (lesão do ligamento cruzado anterior, LCA) diminui a sua estabilidade, bem como o sentido de posição (Roberts, Andersson, Fridén, 2007) e afecta a técnica de forma contundente (Louw, Grimmer, Vaughan, 2006). Foi sugerido que a lesão do LCA e ligamento cruzado posterior (LCP) durante a exten-

são, activa um reflexo proprioceptivo originando uma perda de extensão funcional (Strobel, Castillo, Weiler, 2001).

Quanto maior a instabilidade de um segmento maior o período de latência, maior é o período que medeia a chegada de informação e a resposta motora (Beard et al 1993 cit. por Silva, Rodrigues, 2005), como quando a fadiga se instala por excesso de actividade desportiva (Pinheiro, 1998). O treino neuromuscular reactivo desenvolve, através da co-contracção dos músculos estabilizadores de uma articulação, uma estabilização articular dinâmica.

Um estudo preliminar de Theoret, Lamontagne (2006), consolida as características proprioceptivas e mecânicas do uso da liga em sujeitos com deficiência no LCA. Aliás, o treino com a prancha de equilíbrio não parece reflectir-se negativamente na lesão do joelho (Verhagen, van der Beek, Twisk, Bouter, Bahr, van Mechelen, 2004), apesar de precisarmos de mais pesquisas, enquanto que outros estudos afirmam o contrário (Caraffa, Cerulli, Progetti, Aisa, Rizzo, 1996). Um outro estudo refere que, no processo de reabilitação do LCA, nem todos os sujeitos respondem da mesma forma ao cicloergómetro, no que toca à sua habilidade proprioceptiva pois ela é afectada de maneira distinta (Roberts, Ageberg, Andersson, Friden, 2004).

PREVENÇÃO DE LESÕES ATRAVÉS DO PROGRAMA PROPRIOCEPTIVO EM JOVENS ATLETAS

As lesões do tornozelo são as mais comuns no sistema músculo-esquelético (Ferretti, Papandrea, Poggini, Falez, 199; Caraffa, Cerulli, Progetti, Aisa, Rizzo, 1996; Knobloch,



Jagodzinski, Haasper, Zeichen, Krettek, 2006). O treino proprioceptivo reduz a incidência de entorses no tornozelo em atletas com dores recorrentes, ao mesmo nível de sujeitos sem historial de lesões nesta zona (Caraffa, Cerulli, Progetti, Aisa, Rizzo, 1996; Knobloch, Jagodzinski, Haasper, Zeichen, Krettek, 2006), sem contudo, implicar uma diminuição da incidência de lesão (Verhagen, van Mechelen, de Vente, 2000). Este tipo de lesão é o mais usual no voleibol (41%), sendo que os programas de prevenção de lesões deve ter em especial conta os jogadores com entorses prévias (Verhagen, van der Beek, Bouter, Bahr, van Mechelen, 2004). Aliás, a propriocepção, amplitude de movimento na dorsiflexão e o vacilar postural são preditores das entorses no tornozelo (Noronha, Refshauge, Herbert, Kilbreath, 2006). A transferência do procedimento do músculo extensor digital menor não só fostalece os ligamentos laterais como adiciona protecção ao tornozelo na prevenção de distorções.

As modalidades, com efeito, apresentam efeitos diversos no treino proprioceptivo, sendo que o ballet, p.e., sem um treino de equilíbrio adicional, não favorece ganhos de equilíbrio ou amplitude no tornozelo lesionado (Schmitt, Kuni, Sabo, 2005). Aydin, Yildiz, Yildiz, Atesalp, Kalyon (2002) referem que o treino de ginástica influencia positivamente o sentido de posição, equilíbrio e tonificação muscular da articulação do tornozelo. Já a dança pode beneficiar de treino especial para os dorsiflexores (Kuni, Schmitt, 2004). Danion, Boyadjian, Marin (2000) a este respeito, referem que eles são mais capazes de captar informação pertinente, bem como um sistema proprioceptivo mais sensível.

Contudo, Verhagen, van der Beek, van Mechelen (2001), assumem que, na prevenção de entorses no tornozelo, as medidas profiláticas adoptadas no estudo (fitas adesivas, sapatilhas e liga para os tornozelos) tenham mais eficiência na melhoria da propriocepção à volta do tornozelo do que efectivamente na diminuição da amplitude de movimentos da articulação, ao passo que um estudo sobre fitas adesivas apresenta resultados medíocres sobre o seu efeito na propriocepção durante fases agudas de reabilitação (Halseth, McChesney, DeBeliso, Vaughn, Lien, 2004). A recuperação é, no entanto, facilitada quanto mais cedo for o tratamento funcional (Karlsson, Eriksson, Sward, 1996).

Mandelbaum, Silvers, Watanabe, Knarr, Thomas, Griffin, Kirkendall, Garrett (2005), num estudo de dois anos em jovens futebolistas do género feminino chegaram à conclusão que um programa de treino neuromuscular tem um impacto directo na redução da incidência de lesões no LCA, nesta população especialmente susceptível. Conclusão apoiada por outros estudos (Laskowski, Newcomer-Aney, Smith, 1997; Becker, Gaulrapp, Hess, 2006). No mesmo sentido apontam Mandelbaum, Silvers, Watanabe, Knarr, Thomas, Griffin, Kirkendall, Garrett (2005), que colocam o ênfase, principalmente, em factores de risco biomecânicos, onde a relação entre a idade, género e treino constitui a essência na construção de um programa de treino neuromuscular e proprioceptivo. Ashton-Miller, Wojtys, Huston, Fry-Welch (2001), referem, a este respeito, que o treino actualmente realizado, apesar de comprovadamente trazer benefícios na preven-

ção e reabilitação, pode não favorecer a propriocepção per se. Este treino pode traduzir mudanças físicas e neuronais que correspondem aos benefícios evidenciados.

O treino de protecção articular baseia-se em (Silva, Rodrigues, 2005):

- Máximo de informações aferentes;
- Estimulação reflexa da contracção muscular;
- Treino excêntrico da musculatura estabilizadora;
- Estímulo da co-contracção muscular (Sampaio, Souza, 1994).

O treino de equilíbrio também tem sido referenciado para as actividades rotineiras do basquetebol na prevenção e redução de entorses no tornozelo, de forma a repor, tanto os níveis de força dos músculos, com um efeito ao nível dos tempos de reacção (Sheth, Yu, Laskowski, Na, 1997) e ligamentos, como a propriocepção das estruturas envolvidas (Cumps, Verhagen, Meeusen, 2007). Guillou E, Dupui P, Golomer E (2007), a propósito, referem que o treino de equilíbrio assimétrico minimiza o input proprioceptivo, enfatizando, por sua vez, o papel da componente biomecânica na regulação postural.

Pinheiro (1998) refere que o processo, que permite novos esquemas motores e o reflexos de protecção, inicia-se com: (ver quadro 1). Segundo Sampaio, Souza (1994), a reeducação proprioceptiva, nomeadamente do joelho, após reconstrução do LCA, é feita predominantemente em cadeia cinética fechada. No seu estudo, Olsen, Myklebust, Engebretsen, Holme, Bahr (2005), referem que o aquecimento pode prevenir lesões do tornozelo e joelho em jovens praticantes de desporto, sendo neces-

**QUADRO 1**

Progressão no treino proprioceptivo.

sário incluir o treino preventivo no programa desportivo dos jovens, principalmente em jovens que ainda não consolidaram a habilidade motora (Becker, Gaulrapp, Hess (2006). O treino proprioceptivo de reposicionamento do tronco consegue prever a ocorrência de risco de lesão na mulher mas não no homem (Zazulak, Hewett, Reeves, Goldberg, Cholewicki, 2007).

A co-activação e a técnica proprioceptiva intervêm na estabilização da coluna no jovem atleta. Primeiro é iniciada com fortalecimento nas zonas mais débeis e progredindo para formas mais avançadas como com uma bola de equilíbrio. O treino específico antecede o regresso à competição (d'Hemecourt, Gerbino, Micheli, 2000).

Devem, entretanto, ser enfatizados programas de treino que incluam o treino da técnica e de equilíbrio (prancha de wobble) desde os 12 anos, bem como os períodos de descanso, necessários a uma adaptação fisiológica (Pearce, 2006), apesar de se verificarem resultados bastante positivos no tratamento de lesões do LCA (Caraffa, Cerulli, Progetti, Aisa, Rizzo, 1996; Mandelbaum, Silvers, Watanabe, Knarr, Thomas, Griffin, Kirkendall, Garrett, 2005). O treino funcional permite, além a sua simplicidade, uma integração neuromuscular que caracteriza o desporto (Pearce, 2006).

CONCLUSÃO

Existe muita evidência de que o treino proprioceptivo reduz a incidência de algumas lesões do joelho e tornozelo, providenciando um rápido retorno ao nível de jogo praticado (Fremerey, Bosch, Lobenhoffer, Stalp, Wippermann, 2005). No campo da reabilitação funcional, a progressão para a actividade desportiva é essencial para um regresso saudável e completo.

A reeducação proprioceptiva contribuiu muito para a perda de medo no retorno ao trabalho, bem como às actividades desportivas. As instituições começam a aperceber-se que podem prevenir lesões repetitivas se os jovens forem direccionados para actividades que não ultrapassem o seu estágio de desenvolvimento físico e motor.

O programa de treino deve ser realizado tendo em conta, cada vez mais, alterações nas variáveis proprioceptivas, uma vez que é uma qualidade com alto índice de treinabilidade.

CORRESPONDÊNCIA

Márcio LP Domingues
Rua Nova, Horta-Velha Borralha
3750-862, Borralha
E-mail: tecomarciano@hotmail.com

REFERÊNCIAS

1. Aalto H, Pyykko I, Ilmarinen R, Kahkonen E, Starck J (1990). Postural stability in shooters. In *Journal Otorhinolaryngology Relat Spec.* 4: 232-238.
2. Allegrucci M, Whitney S, Lephart S, Irrgang J, Fu F (1995). Shoulder kinesthesia in healthy unilateral athletes participating in upper extremity sports. In *Journal Orthopaedic Sports Physical Therapy.* 4: 220-226.
3. Aquino C, Viana S, Fonseca S, Brício S, Vaz D (2004). Mecanismos Neuromusculares de Controle da Estabilidade Muscular in *Revista Brasileira da Ciência e Movimento* (12) 2: 35-42.
4. Ashton-Miller J, Wojtys E, Huxton L, Fry-Welch D (2001). Can Proprioception Really be Improved by Exercise? In *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy.* 9: 128-136.
5. Aydin T, Yildiz Y, Yildiz C, Atesalp S, Kalyon T (2002). Proprioception of the ankle: a comparison between female teenaged gymnasts and controls. In *Foot Ankle* 2:123-129.
6. Becker A, Gaulrapp H, Hess H (2006). Injuries in women soccer - results of a prospective study. In *Sportverletz Sportschaden.* 20 (4): 196-200.
7. Bronner S (1997). Functional Rehabilitation of the spine: The Lumbopelvis as a Key Point of Control in *Evaluation treatment and outcomes Functional Movement in Orthopaedic and Sports Physical Therapy* (Eds B. Brownstein, S. Bronner) Churchill Livingstone. 5: 141-190.
8. Brownstein B (1997a). Movement Biomechanics and Control in *Evaluation treatment and outcomes Functional Movement in Or-*



- thopaedic and Sports Physical Therapy* (Eds B. Brownstein, S. Bronner) Churchill Livingstone. 1: 1-42.
9. Brownstein B (1997b). Movement Skills in Sport in *Evaluation treatment and outcomes Functional Movement in Orthopaedic and Sports Physical Therapy* (Eds B. Brownstein, S. Bronner) Churchill Livingstone. 7: 232-252.
10. Caraffa A, Cerulli G, Progetti M, Aisa G, Rizzo A (1996). Prevention of anterior cruciate ligament injuries in soccer: A prospective controlled study of proprioceptive training. In *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. 4:19-21.
11. Chaise F, Morin O, Witvoet J (1985). Results of the surgical treatment of chronic external laxity of the ankle by resetting capsular ligamentous tension. In *Journal Chir.* (3):159-162.
12. Cups E, Verhagen E, Meeusen R (2007). Efficacy of a Sports Specific Programme on the Incidence of Ankle Sprains in basketball. In *Journal of Sports Science and Medicine*. 6: 212-219.
13. Danion F, Boyadjian A, Marin L (2000). Control of locomotion in expert gymnasts in the absence of vision. In *Journal Sports Science*. 10: 809-814.
14. Decicco P, Fisher M (2005). The effects of proprioceptive neuromuscular facilitation stretching on shoulder range of motion in overhand athletes in *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*. (45) 2: 183-187.
15. d'Hemecourt P, Gerbino P, Micheli L (2000). Back injuries in the young athlete. In *Clinical Sports Medicine*. 4:663- 679.
16. Einhorn A, Mandas M, Sawyer M, Brownstein B (1997). Evaluation and Treatment of the Shoulder in *Evaluation treatment and outcomes Functional Movement in Orthopaedic and Sports Physical Therapy* (Eds B. Brownstein, S. Bronner) Churchill Livingstone. 4: 89-140.
17. Ferretti A, Papandrea P, Poggini L, Falez F (1991). Third-degree lesions of the external compartment of the ankle: Results of conservative treatment. *Italian Journal Orthopaedic Traumatology*. (1): 41-53.
18. Forkin D, Koczur C, Battle R, Newton R (1996). Evaluation of kinesthetic deficits indicative of balance control in gymnasts with unilateral chronic ankle sprains. In *Journal Orthopaedic Sports Physical Therapy*. 4: 245-250.
19. Fremerey R, Bosch U, Lobenhoffer P, Stalp M, Wippermann B (2005). Capacity for sport and the sensorimotor system after stabilization of the shoulder in overhead athletes. In *Sportverletz Sportschaden*. (2): 72-76.
20. Funk D, Swank A, Mikla B, Fagan T, Farr B (2003). Impact of prior exercise on hamstring flexibility: a comparison of proprioceptive neuromuscular facilitation and static stretching. *Journal Strength Conditioning Resistance*. Aug; 17 (3):489-492.
21. Graziano M (1999). Where is my Arm? The Relative Role of Vision and Proprioception in the Neuronal Representation of Limb Position. In *Proc. Natural. Academy. Science*. 96: 10418-10421.
22. Guillou E, Dupui P, Golomer E (2007). Dynamic balance sensory motor control and symmetrical or asymmetrical equilibrium training. In *Clinical Neurophysiol.* 118 (2): 317-24.
23. Guillot A, Collet C (2004). Field dependence-independence in complex motor skills. In *Perceptual Motor Skills*. 2: 575-583.
24. Halseth T, McChesney J, De-Beliso M, Vaughn R, Lien J (2004). The Effects of Kinesio Taping on Proprioception at the Ankle. In *Journal of Sports Science and Medicine*. 3: 1-7.
25. Hernandez, A (2006). Perspectivas da Traumatologia Esportiva no Esporte de Alto Rendimento. In *Revista Brasileira de Educação Física e Esporte*. (20) 5: 181-183.
26. Hilberg T, Herbsleb M, Puta C, Gabriel H, Schramm W (2003). Physical training increases isometric muscular strength and proprioceptive performance in haemophilic subjects. In *Haemophilia*. 9(1): 86-93.
27. Hotz A (2003a). Tudo passa pela coordenação in *Seminário Internacional Treino De Jovens "Ensinar bem para treinar melhor"*. IDP, Instituto Desporto Portugal. Pp: 85-93.
28. Hotz A (2003b). A Coordenação como Modelo Filosófico in *Seminário Internacional Treino De Jovens "Ensinar bem para treinar melhor"*. IDP, Instituto Desporto Portugal. Pp: 101-107.
29. Jenkins W, Bronner S, Mangine R (1997). Functional Evaluation and Treatment of the Lower Extremity in *Evaluation treatment and outcomes Functional Movement in Orthopaedic and Sports Physical Therapy* (Eds B. Brownstein, S. Bronner) Churchill Livingstone. 6: 191-230.
30. Jerosch J, Thorwesten L, Teigelkötter T (1997). Proprioception of the shoulder joint in young tennis players. In *Sportverletz Sportschaden*. 11: 1-9.
31. Jobe F, Bradley J (1988). Rotator cuff injuries in baseball. Prevention and rehabilitation. In *Journal of Sports Medicine*. 6: 378-387.

32. Karlsson J, Eriksson B, Sward L (1996). Early functional treatment for acute ligament injuries of the ankle joint. *Scandinavian Journal Medicine Science Sports*. (6): 341-345.
33. Knobloch K, Jagodzinski M, Haasper C, Zeichen J, Krettek C (2006). Gymnastic school sport injuries - aspects of preventive measures. In *Sportverletz Sportschaden*. 20 (2): 81-85.
34. Knobloch K, Rossner D, Jagodzinski M, Zeichen J, Gossling T, Martin-Schmitt S, Richter M, Krettek C (2005). Prevention of school sport injuries - an analysis of ball sports with 2234 injuries. In *Sportverletz Sportschaden*. (2): 82-88.
35. Krogsgaard MR (2002). The anterior cruciate ligament. In *Ugeskr Laeger*. 9: 1208-1114.
36. Kuni B, Schmitt H (2004). Peak torque and proprioception at the ankle of dancers in professional training. In *Sportverletz Sportschaden*. 18(1): 15-21.
37. Laskowski E, Newcomer-Aney K, Smith J (1997). Refining Rehabilitation with Proprioception Training: Expediting Return to Play. In *The Physician and Sports medicine*. (25), 10.
38. Lephart S, Henry T (1995). Functional rehabilitation for the upper and lower extremity. In *Orthopaedic Clinical North America*. 3: 579-592.
39. Lephart S, Giraldo J, Borsa P, Fu F (1996). Knee joint proprioception: a comparison between female intercollegiate gymnasts and controls. In *Knee Surgery Sports Traumatology Arthroscopy*. 2: 121-124.
40. Lephart S, Perrin D, Fu F (1992). Relationship between selected physical characteristics and functional capacity in the anterior cruciate ligament - insufficient athlete. *Journal. Orthopaedic Sports Physical Therapy*. 16: 174-181.
41. Liederbach M (1997). Movement and Function in *Dance in Evaluation treatment and outcomes Functional Movement in Orthopaedic and Sports Physical Therapy* (Eds B. Brownstein, S. Bronner) Churchill Livingstone. 8: 253-310.
42. Louw Q, Grimmer K, Vaughan C (2006). Knee movement patterns of injured and uninjured adolescent basketball players when landing from a jump: a case-control study. In *BMC Musculoskeletal Disorders*. 7: 22.
43. Lutz G, Stuart M, Sim F, Scott S (1990). Rehabilitative techniques for athletes after reconstruction of the anterior cruciate ligament. In *Mayo Clinical Procedures*. 10: 1322-1329.
44. Mandelbaum B, Silvers H, Watanabe D, Knarr J, Thomas S, Griffin L, Kirkendall D, Garrett W (2005). Effectiveness of a Neuromuscular and Proprioceptive Training Program in Preventing Anterior Cruciate Ligament Injuries in Female Athletes. In *The American Journal of Sports Medicine*. (33) 7: 1003-1010.
45. Mesure S, Amblard B, Cremieux J (1997). Effect of physical training on head-hip co-ordinated movements during unperturbed stance. In *Neuroreport*. 8 (16): 3507-3512.
46. Nelson K, Cornelius W (1991). The relationship between isometric contraction durations and improvement in shoulder joint range of motion. *Journal Sports Medicine Physical Fitness*. (3): 385-388.
47. Nitz A, Nyland J, Brosky Jr. T, Caborn D (1997). Neurosciences in *Evaluation treatment and outcomes Functional Movement in Orthopaedic and Sports Physical Therapy* (Eds B. Brownstein, S. Bronner) Churchill Livingstone. 2: 43-72.
48. Noronha M, Refshauge K, Herbert R, Kilbreath S (2006). Do Voluntary Strength, Proprioception, Range of Motion, or Postural Sway Predict Occurrence of Lateral Ankle Sprain? In *British Journal of Sports Medicine*. 40: 824-828.
49. Olsen O, Myklebust G, Engebretsen L, Holme I, Bahr R (2005). Exercises to Prevent Lower Limb Injuries in Youth Sports: cluster randomised controlled trial in *BMJ.com*.
50. Paine R, Brownstein B, Macha D (1997). Functional Outcomes and Measuring Function in *Evaluation treatment and outcomes Functional Movement in Orthopaedic and Sports Physical Therapy* (Eds B. Brownstein, S. Bronner) Churchill Livingstone. 3: 73-88.



51. Pearce P (2006). Prehabilitation: Preparing Youth Athletes for Sports. In *Current Sports Medicine Reports*.
52. Pinheiro J (1988). Estimulação Proprioceptiva. In *Medicina de Reabilitação em Traumatologia do Desporto*. 10: 149-161.
53. Plona R, Brownstein B (1997). Function in Older Individuals - Orthopaedic Geriatrics in *Evaluation treatment and outcomes Functional Movement in Orthopaedic and Sports Physical Therapy* (Eds B. Brownstein, S. Bronner) Churchill Livingstone. 9: 311-347.
54. Rieser J, Hill E, Talor C, Bradfield A, Rosen S (1992). Visual experience, visual field size, and the development of nonvisual sensitivity to the spatial structure of outdoor neighborhoods explored by walking. *Journal Experiment Psychology Genetics*. (2): 210-221.
55. Roberts D, Ageberg E, Andersson G, Friden T (2004). Effects of short-term cycling on knee joint proprioception in ACL-deficient patients. In *Knee Surgery Sports Traumatology Arthroscopy*. 5:357-363.
56. Roberts D, Andersson G, Fridén T (2007). Knee Joint Proprioception in ACL-Deficient Knees is related to Cartilage Injury, Laxity and Age in *Acta Orthopaedica*. (75), 1:78-83.
57. Safran M, Borsa P, Lephart S, Fu F, Warner J (2001). Shoulder proprioception in baseball pitchers. In *Journal Shoulder Elbow Surgery*. 5: 438-444.
58. Sampaio T, Souza J (1994). Reeducação Proprioceptiva nas Lesões do Ligamento Cruzado Anterior do Joelho. In *Revista Brasileira Ortopedia*. (29), 5: 303-309.
59. Schmitt H, Kuni B, Sabo D (2005). Influence of professional dance training on peak torque and proprioception at the ankle. In *Clinical Journal Sports Medicine*. 5: 331-339.
60. Sheth P, Yu B, Laskowski E, An K (1997). Ankle disk training influences reaction times of selected muscles in a simulated ankle sprain.
61. American Journal Sports Medicine. 25(4): 538-43.
62. Silva C, Rodrigues C (2005). Prevenção de Lesões Articulares no Desporto in *Revista Treino Desportivo*. IDP, Instituto do Desporto de Portugal. N^o 29: 52-55.
63. Starkes J, Gabriele L, Young L (1989). Performance of the vertical position in synchronized swimming as a function of skill, proprioceptive and visual feedback. In *Perceptual Motor Skills*. 1: 225-226.
64. Strobel MJ, Castillo RJ, Weiler A (2001). Reflex extension loss after anterior cruciate ligament reconstruction due to femoral "high noon" graft placement. In *Arthroscopy*. 4: 408-411.
65. Theoret D, Lamontagne M (2006). Study on three-dimensional kinematics and electromyography of ACL deficient knee participants wearing a functional knee brace during running. In *Knee Surgery Sports Traumatology Arthroscopy*. 14(6): 555-563.
66. Verhagen E, van Mechelen W, de Vente W (2000). The Effect of Preventive Measures on the Incidence of Ankle Sprains. In *Clinical Journal of Sports Medicine*. 10: 291-296.
67. Verhagen E, van der Beek A, van Mechelen W (2001). The Effect of Tape, Braces and Shoes on Ankle Range of Motion. In *Sports Medicine*. (31) 9: 667-677.
68. Verhagen E, van der Beek A, Twisk J, Bouter L, Bahr R, van Mechelen W (2004). The Effect of a Proprioceptive Balance Board Training Program for the Prevention of Ankle Sprains. In *The American Journal of Sports Medicine*. (32) 6: 1385-1392.
69. Verhagen E, van Tulder M, van der Beek A, Bouter L, van Mechelen W (2004). An economic evaluation of a proprioceptive balance board training programme for the prevention of ankle sprains in volleyball. In *British Journal of Sports Medicine*. 39: 111-115.
70. Williams G, Chmielewski T, Rudolph K, Buchanan T, Snyder-Mackler L. (2001). Dynamic Knee Stability: current theory and implications for clinicians and scientists in *J. Orthopaedic Sports Physical Therapy*. (31) 10: 546-56.
71. Zazulak B, Hewett T, Reeves N, Goldberg B, Cholewicki J (2007). The effects of core proprioception on knee injury: a prospective biomechanical-epidemiological study. *American Journal Sports Medicine*. 3(3): 368-73.