

FÁBIO VIGORITO MAGALHÃES

**A UTILIZAÇÃO DE EXERCÍCIOS DE ESTABILIZAÇÃO PARA
A PREVENÇÃO DE ENTORSES DO TORNOZELO POR
INVERSÃO EM ATLETAS DE VOLEIBOL: revisão da literatura**

Belo Horizonte

2011

FÁBIO VIGORITO MAGALHÃES

**A UTILIZAÇÃO DE EXERCÍCIOS DE ESTABILIZAÇÃO PARA
A PREVENÇÃO DE ENTORSES DO TORNOZELO POR
INVERSÃO EM ATLETAS DE VOLEIBOL: revisão da literatura**

Belo Horizonte

Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG

2011

FÁBIO VIGORITO MAGALHÃES

**A UTILIZAÇÃO DE EXERCÍCIOS DE ESTABILIZAÇÃO PARA A PREVENÇÃO DE
ENTORSES DO TORNOZELO POR INVERSÃO EM ATLETAS DE VOLEIBOL:**

revisão da literatura

Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Fisioterapia Esportiva da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Fisioterapia Esportiva.

Orientadora: Prof^a. Ms. Natália Franco Netto
Bittencourt

Belo Horizonte

Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG

2011

M188u Magalhães, Fábio Vigorito

2011 A utilização de exercícios de estabilização para a prevenção de entorses do tornozelo por inversão em atletas de voleibol: revisão da literatura. [manuscrito] / Fábio Vigorito Magalhães – 2011.
29f., enc.:il.

Orientadora: Natália Franco Netto Bittencourt

Especialização (monografia) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional.

Bibliografia: f. 26-29

1. Ortopedia. 2. Traumatismos do tornozelo. 3. Articulações do tornozelo. 4. Voleibol. I. Bittencourt, Natália Franco Netto. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional. III. Título.

CDU: 612.76

RESUMO

A articulação do tornozelo é susceptível a lesões, principalmente no meio esportivo, e corresponde a 25% de todas as lesões, sendo 44% das lesões no voleibol. Estima-se que 78% dos atletas já tiveram pelo menos uma lesão no tornozelo em toda sua carreira, dentre as quais se evidenciam as entorses por inversão, que assumem grande predominância clínica decorrente de sua alta incidência e custos sociais e econômicos acarretados pelo afastamento das atividades diárias. Sua reabilitação é complexa e aproximadamente 40% dos indivíduos com histórico de entorse sofrem com algum tipo de instabilidade clínica. Dessa forma o objetivo deste trabalho foi a revisão narrativa da literatura por meio de busca nas bases de dados Pubmed, Medline, Lilacs e Scielo incluindo artigos com as seguintes palavras-chave: propriocepção, entorse de tornozelo por inversão e voleibol. A pesquisa deste tema foi realizada no período de abril a julho de 2011, sem restrições quanto à data de publicação e ao idioma. Foram utilizados nessa revisão bibliográfica 33 estudos que continham as três palavras-chave, destacando aqueles que focavam a elaboração de exercícios de estabilização como forma de prevenção nas entorses de tornozelo em atletas de voleibol. Com a popularidade do voleibol, os fatores de riscos para lesões devem ser estabelecidos para possibilitar o planejamento de medidas preventivas efetivas para minimização dos custos envolvidos com as lesões esportivas. Baseado na literatura, os exercícios de estabilização vêm se tornando cada vez mais eficazes na prevenção das entorses de tornozelo, restabelecendo mecanismos essenciais na melhora da estabilidade articular e conseqüentemente na melhora da *performance* desses atletas.

Palavras-chave: Propriocepção, entorse de tornozelo por inversão e voleibol

ABSTRACT

The ankle joint is susceptible to damage, it accounts for 25% of all sports injuries, 44% of injuries in volleyball. It is estimated that 78% of athletes have had at least an ankle sprain throughout his career, among which are evidenced by inversion sprains, which are of great clinical predominantly due to its high incidence and economic costs, because of, entailed by the removal of daily activities limitation. The ankle sprain rehabilitation is complex and approximately 40% of individuals with a history of sprains suffer from some type of clinical instability, Therefore, the aim of this review was. A narrative review of the literature of this study was performed by searching in the databases PubMed, Medline, Lilacs and Scielo including articles with the following keywords: proprioception, inversion ankle sprain and volleyball. The theme of this research was conducted from April to July 2011, without restrictions on publication date and language. For this review 33 studies were analyzed wich contained the three keywords, highlighting those that focused on the development of stabilization exercises in order to prevent ankle sprains in volleyball players. Due to popularity of volleyball, the risk factors for injuries should be established to enable the design of effective preventive measures to minimize the costs involved with sports injuries. Based on literature, stabilization exercises were effective in ankle sprains prevention , restoring joint stability mechanisms and therefore improving athletes performance

Keywords: Proprioception, inversion ankle sprains and volleyball

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1	Exercícios de estabilização realizados em múltiplas estações.....	18
FIGURA 2 -	Exercícios de estabilização associados ao gesto esportivo ..	20
FIGURA 3 -	Treino de equilíbrio <i>Star Excursion Balance Training</i>	23
FIGURA 4 -	Fases 1, 2 e 3 do treino de estabilização.....	23
FIGURA 5 -	Fases 4 e 5 do treino de estabilização.....	24

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	7
2	MÉTODOS E RESULTADOS	10
3	DESENVOLVIMENTO	10
3.1	Anatomia e Biomecânica Do Tornozelo	10
3.2	O Sistema Sensoriomotor e Propriocepção	11
3.3	Entorse de Tornozelo e perda da propriocepção	14
3.4	Exercícios de Estabilização.....	16
4	CONCLUSÃO	25
5	REFERÊNCIAS	26

1 INTRODUÇÃO

O tornozelo é composto funcionalmente por três articulações distintas: tibiofibular distal, talocrural e subtalar¹. Este complexo promove a estabilidade e a flexibilidade necessária para manutenção da postura ereta e dissipação de forças que atuam sobre o corpo durante a marcha, necessitando tanto de estabilizadores estáticos quanto dinâmicos². Sua estabilidade estática é promovida principalmente por sua configuração óssea, em virtude da pinça bimalleolar e do tálus, e reforçada pela capsula articular e ligamentos colaterais. Medialmente, a estabilidade é garantida pelo ligamento deltóide, e lateralmente pelos ligamentos talofibular anterior, calcâneo-fibular e talofibular posterior^{1,2,5}. Já sua estabilidade dinâmica é fornecida através das estruturas musculotendíneas, em particular os músculos fibular longo e curto^{1,2}. Além disso, a articulação é dotada de receptores articulares, os mecanorreceptores, os quais localizam-se nos ligamentos, tendões, músculos e fáscias e enviam informações proprioceptivas ao sistema nervoso central, atuando no sentido cinestésico.^{3,4}

A articulação do tornozelo é susceptível a lesões, principalmente no meio esportivo^{1,4,5,6}, correspondendo a 25% de todas as lesões esportivas¹ e 44% das lesões no voleibol⁷, dentre as quais se evidenciam as entorses por inversão do tornozelo. Esta lesão é definida como resultado de um alongamento excessivo da articulação com estiramento e/ou ruptura ligamentar, combinando movimentos de flexão plantar, adução e supinação do pé², classificados de acordo com os achados radiológicos e clínicos em: Grau I ou leve, Grau II ou moderado e Grau III ou grave^{2,5}.

Estima-se que 78% dos jogadores de voleibol já tiveram pelo menos uma lesão no tornozelo em toda sua carreira⁹, e essa lesão assume a cada dia grande predominância clínica decorrente de sua alta incidência. Nos Estados Unidos estima-se que ocorram cerca de 23 mil entorses diariamente, responsáveis por cerca 1.6 milhões de consultas médicas anuais¹², além dos custos social e econômico acarretados pelo afastamento das atividades cotidianas e profissionais⁶. Morrison e Kaminski (2007) citam que os custos envolvidos no tratamento das entorses podem chegar até 914 dólares por lesão, agregando um gasto anual aos Estados Unidos de 2 bilhões de dólares¹³. No Brasil não há dados oficiais relacionados aos gastos públicos e privados relativos as lesões que envolvam o complexo do tornozelo no

meio esportivo. Entretanto, de acordo com Fortes e Carazzato (2008) muitas das causas das entorses de tornozelo são decorrentes da despreocupação dos programas de prevenção, importantes para minimizar a gravidade da lesão.

Dentre os fatores de risco envolvidos nessa lesão pode-se citar a posição do jogador. O salto no voleibol é inerente a sua prática, e por ser um esporte sem contato físico, a incidência de lesões tende a ser baixa comparada com outros esportes de contato. Entretanto, os gestos esportivos, como ataques, bloqueios e saques, envolvem movimentos rápidos e vigorosos podendo predispor a lesões, principalmente as entorses do tornozelo. De acordo com o estudo Bahr e Bahr (1997), 89% das lesões ocorrem na região central da quadra onde está a rede, principalmente na aterrissagem após um salto e 68% das entorses foram causadas ao pisar no pé do jogador adversário, e as demais lesões associam-se com a impulsão, a aterrissagem ou o movimento durante o ataque⁹. Fortes e Carazzato (2008) citam os fundamentos de bloqueio e ataque como os maiores causadores de lesões traumáticas e a aterrissagem do salto como o maior fator de risco.⁶

Como forma de prevenção, a fisioterapia utiliza várias técnicas que estimulam os receptores articulares e musculares a fim de atuarem na reeducação sensoriomotora ^{1,3,4}, co-contracção e o aumento da rigidez articular ¹⁰. Dentre esses métodos podem-se citar os exercícios proprioceptivos que atuam na ativação dos receptores articulares e na ativação muscular, enviando informações através de reflexos quanto ao movimento, posição do membro no espaço e o nível de deformação ao sistema nervoso central, promovendo assim a estabilidade articular.
3,4,10

A reabilitação após entorse do tornozelo é complexa, aproximadamente 40% dos indivíduos com histórico de entorse sofrem com algum tipo de instabilidade clínica, que acarretam na perda de mecanorreceptores e aparece após um ou vários episódios de entorses ^{1,5,6},. Estima-se que cerca de 20% a 40% das lesões agudas determinem o aparecimento de instabilidades, que reduzem significativamente a performance do atleta. Além de seqüelas que os afastam dos treinamentos e competições. ⁵

Tendo em vista, os gastos financeiros e os prejuízos físicos e emocionais para o atleta e a equipe esportiva, a prevenção da entorse de tornozelo tem sido amplamente pesquisada por estudos científicos. Dessa forma, este estudo objetivou realizar uma revisão narrativa da literatura sobre a utilização de exercícios de estabilização na prevenção de entorse por inversão do tornozelo em atletas de voleibol.

2 MÉTODOS E RESULTADOS

A revisão narrativa da literatura deste estudo foi realizada por meio de buscas nas bases de dados Pubmed, Medline, Lilacs e Scielo, incluindo os artigos com as seguintes palavras-chave: propriocepção, entorse de tornozelo por inversão e voleibol. Todas as buscas foram realizadas no período de abril a julho de 2011, sem restrições quanto à data de publicação e ao idioma.

Foram selecionados 38 estudos. Dos 38 estudos, 5 foram excluídos por apresentarem pouca relevância para essa revisão. Foram utilizados nessa revisão bibliográfica 33 estudos que continham as três palavras-chave, destacando aqueles que focavam a elaboração de treinos de estabilização como forma de prevenção nas entorses de tornozelo em atletas de voleibol.

3 DESENVOLVIMENTO

3.1 Anatomia e Biomecânica do Tornozelo

A articulação do tornozelo é formada pelas extremidades distais da tíbia e fíbula, tálus e calcâneo. É uma região composta, que consiste em três articulações: uma sindesmose, tibiofibular distal, e duas sinoviais, talocrural e subtalar. Sua estabilidade é mantida principalmente por sua arquitetura óssea, capsula articular, ligamentos e musculatura adjacente.^{1, 2, 5,15} A articulação tibiofibular distal por ser uma sindesmose, possui características que facilitam sua estabilidade⁵. A articulação talocrural é uma articulação do tipo dobradiça e uniaxial, entre a superfície côncava constituída pelo assoalho tibial distal e pelo maléolo medial e lateral com a superfície convexa do tálus^{2,5}. O tálus por sua configuração anatômica possui diâmetro anterior maior que o posterior, por isso, durante o movimento de dorsiflexão, causa um afastamento entre as extremidades distais da tíbia e fíbula, movimento conhecido como *pinça*, fornecendo assim, estabilidade máxima a esta articulação. A articulação subtalar ou talocalcanea, é composta por duas subunidades, articulação anteromedial ou sustentáculo do tálus e pósterolateral ou tálamo.⁵ Sua sensibilidade cutânea provém das raízes L4, L5 e S1, distribuindo-se através dos ramos dos nervos safeno, fibular superficial, fibular profundo e sural.^{5,15}

Os ligamentos fornecem a estabilidade suplementar ao tornozelo e ao retropé e podem ser divididos de acordo com a sua posição anatômica em dois grupos: ligamento colateral lateral e ligamento colateral medial, os quais estabilizam primariamente os movimentos de inversão e eversão ^{1,2,15}. O complexo ligamentar lateral tem origem no maléolo fibular e inserção nos ossos tálus e calcâneo e consistem no ligamento talofibular anterior, calcaneofibular e talofibular posterior. O complexo ligamentar medial, conhecidos também como ligamento deltóide é um grupo multifascicular, podendo ser divididos em grupo superficial e profundo tendo origem no maléolo tibial e inserção nos ossos navicular, tálus e calcâneo, formados pelos ligamentos tibiotalar anterior, tibionavicular, tibiocalcaneo e tibiotalar posterior. ^{2,5,15,16}

Os músculos que agem no complexo do tornozelo são divididos por compartimentos, sendo eles o compartimento anterior, lateral e posterior. O compartimento anterior é formado pelos músculos tibial anterior, extensor longo do hálux, extensor longo dos dedos e fibular terceiro. O compartimento lateral é constituído por dois músculos, fibular longo e curto. Já o compartimento posterior, dividido em superficiais, como os músculos gastrocnêmio e sóleo, e profundos, pelo músculo tibial posterior, flexor longo dos dedos e flexor longo do hálux. ¹⁵

As unidades musculotendíneas que cruzam a articulação do tornozelo fornecem a estabilidade dinâmica ^{1,15,16}, sendo as mais importantes delas os tendões dos músculos fibulares longo e curto. ⁸

3.2 O Sistema Sensoriomotor e Propriocepção

A atividade muscular e o movimento articular, executados de maneira consciente ou inconsciente, são produzidos através de varias entradas sensoriais, recebidas e processadas pelo cérebro e medula espinhal. A percepção e a execução do controle e do movimento musculoesquelético são mediados primariamente pelo sistema nervoso central (SNC) ^{17, 18}. O SNC recebe estímulos de três subsistemas diferentes: O sistema sensoriomotor, sistema vestibular e sistema visual. ¹⁸

O sistema sensoriomotor incorpora toda integração dos componentes aferentes, eferentes e centrais envolvidas na homeostase e na manutenção da estabilidade funcional, o qual é realizado pela interação entre os componentes estáticos e dinâmicos ¹⁷. Este sistema detecta estímulos como toque, dor, pressão e deslocamento articular via receptores conhecidos como mecanorreceptores, termorreceptores e nociceptores, localizados na pele, unidades musculotendíneas, ossos, ligamentos e capsulas articulares. O segundo subsistema que fornece entrada sensorial ao SNC é o sistema vestibular, o qual recebe informações através dos vestibulos e canais semicirculares da orelha, utilizando de três maneiras diferentes para manutenção da postura corporal: controlando a musculatura do olho para manter o foco visual durante mudanças da cabeça, através da consciência corporal e movimento. O sistema visual é o terceiro subsistema, que também contribui para manutenção do equilíbrio. Este subsistema providencia ao corpo sugestões visuais, como pontos de referencia para orientação do corpo no espaço.¹⁸

A estabilidade postural e equilíbrio são determinados pela combinação da contribuição periférica, vestibular, visual e controle neuromuscular. Os estímulos visuais e vestibulares contribuem para propriocepção, mas o sistema sensoriomotor, incluindo os mecanorreceptores periféricos cutâneos, musculares e articulares são os mais importantes para uma perspectiva clínica. ^{17, 18}

De acordo com Riemann e Lephart (2002), propriocepção é um dos termos mais mal empregado dentre os componentes do sistema sensoriomotor, utilizado incorretamente como sinônimo de cinestesia, sensação somática, equilíbrio e estabilidade articular. A propriocepção é um subcomponente do sistema somatosensorial. Este termo foi descrito inicialmente por Sherrington (1906), no qual utilizou ao referenciar informações aferentes vindas dos “proprioceptores” encontrados dentro do “campo proprioceptivo” ¹⁷. Atualmente a propriocepção é descrita como um conjunto de informações oriundas de receptores localizados na pele, músculos, tendões e ligamentos, projetados para o sistema nervoso central para influenciar as respostas reflexas e o controle motor voluntário. ⁴

Os tecidos articulares são dotados de uma inervação aferente, que enviam informações ao SNC sobre o grau de alteração mecânica dessas estruturas. As informações sobre essas modificações devem ser rápidas e adequadamente

transmitidas ao SNC para influenciar as atividades motoras que agem nas articulações^{3,19}. Há 4 tipos de receptores articulares:¹⁹

- *Receptores articulares tipo I*: Encontram-se no interior da capsula articular dos membros, possuem baixo limiar mecânico, adaptação lenta, sendo ativado em todas as posições articulares, mesmo em repouso. Os corpúsculos de Ruffini fazem parte deste grupo, considerados mecanorreceptores estático e dinâmicos.
- *Receptores articulares tipo II*: Encontram-se na capsula articular de todas as articulações, principalmente nas distais, apresentam limiar mecânico baixo, mas adaptação rápida, é inativo no repouso, mas ativo ao iniciar o movimento. Os corpúsculos de Paccini enquadram-se neste tipo.
- *Receptores articulares tipo III*: Localizam-se em nível de todos os ligamentos externos das articulações dos membros. Possuem moderado limiar mecânico, adaptação lenta, estimulados apenas com movimentos. Corpúsculos de Golgi Mazzoni fazem parte deste tipo.
- *Receptores articulares tipo IV*: Encontram-se no nível da capsula articular dos membros, periósteo e tecidos gordurosos. Representam os receptores de dor dos tecidos articulares, as terminações nervosas fazem parte deste tipo.

As informações proprioceptivas oriundas dos receptores musculares e tendíneos são recebidas através dos fusos musculares e órgãos tendinosos de Golgi. Os fusos musculares são receptores localizados paralelos as fibras musculares e reagem a alterações no comprimento muscular. Os órgãos tendinosos de Golgi são receptores sensoriais, localizados nas junções miotendíneas e conectados em série com as fibras musculares paralelas ao tendão, medindo a quantidade de tensão exercida sobre o tendão pela força de contração muscular, protegendo o músculo contra alongamentos excessivos²⁰. Konradsen *et al.* (1993) analisaram a função proprioceptiva após anestesia da capsula articular e ligamentos, e constatou que a perda da entrada aferente dos mecanorreceptores articulares anestesiados não influenciou na propriocepção desta articulação, ou seja, se os músculos estiverem ativos, os estímulos aferentes dos fusos musculares e órgãos tendinoso de Golgi são suficientes para manutenção da estabilidade articular.²¹

Já os estímulos cutâneos são oriundos de quatro tipos de receptores, localizados nas superfícies da camada dérmica, divididos em receptores de adaptação lenta como os discos de Merkel (epiderme) e Ruffini (derme) e receptores de adaptação rápida como corpúsculos de Meissner e Pacini, localizados na derme²². De acordo com Lephart *et al.* (1998), os receptores cutâneos contribuem de forma mínima para a propriocepção articular em comparação aos receptores articulares e musculares, que atuam como limitadores do movimento, senso de compressão articular e proteção contra estímulos exagerados e nocivos.¹⁸

As informações originadas dos mecanorreceptores são convertidas em sinais neurais resultando na condução do potencial de ação ao SNC. Essas informações são processadas em três níveis diferentes do controle motor: o nível espinhal, tronco encefálico e centros cerebrais superiores. O nível espinhal fornece a estabilização muscular dinâmica e o sincronismo muscular baseado nos reflexos espinais também recebidos dos centros cerebrais superiores. As informações são processadas no tronco cerebral dos três subsistemas do SNC através dos núcleos cerebelares para postura e equilíbrio. Os centros cerebrais superiores, como o córtex motor, os gânglios basais e o cerebelo são responsáveis pela programação cognitiva do movimento. Essas informações resultarão no posicionamento articular consciente, que contribui ao programa motor e a estabilização inconsciente da articulação, através dos reflexos espinais e a manutenção da postura e equilíbrio.

17, 18, 20

3.3 Entorse de Tornozelo e perda da propriocepção

A entorse em inversão do tornozelo comumente leva a interrupção do complexo ligamentar lateral^{4,5,6,7,9,11,12}. Dependendo do mecanismo e grau da lesão, um ou mais ligamentos podem estar envolvidos^{1,2,5}. Este mecanismo envolve a combinação de flexão plantar com adução e supinação do pé, e o ligamento talofibular anterior, o principal estabilizador da articulação talocrural, importante na limitação do deslocamento anterior do tálus, é frequentemente o mais lesionado^{16,23}. Dependendo da gravidade da lesão os ligamentos calcâneo-fibular e talofibular posterior também podem estar envolvidos^{1,2,3}. Lesão por eversão causará danos ao

ligamento deltoíde, enquanto traumatismo em dorsiflexão acentuada, lesão a articulação sindesmoide tibiofibular distal ⁵. De acordo com Golano *et al.* (2010) as lesões combinadas dos ligamentos talofibular anterior e calcaneofibular ocorrem aproximadamente em 20% dos casos, enquanto lesão isolada do ligamento calcaneofibular é muito rara. Já o ligamento talofibular posterior não é lesionado, a menos que haja uma grande força envolvida na lesão. ¹⁶

Danos à integridade dos ligamentos provocam hemartrose e quadros dolorosos devido à sensibilização dos receptores articulares, e a perda do senso posicional articular, sendo que esse déficit do senso posicional leva a uma perda da aferência proprioceptiva dos mecanorreceptores ^{3,4,12}. Para Chiappa e Rosa (2001), períodos prolongados de imobilização, lesões dos receptores, dor e hemartrose levam a alterações dos padrões de condução nervosa e diminuem a sensação proprioceptiva, produzindo assim, limitações ao retorno a prática esportiva, com possibilidade de recidiva. ¹⁴

As entorses ligamentares agudas podem ser classificadas de acordo com os achados clínicos, radiológicos e anatomopatológicos em: grau I ou leve, apresentando edema e equimose mínimos, sem instabilidade de tornozelo onde o atleta realiza praticamente todas as atividades com leve desconforto, grau II ou moderado, com edema difuso e equimose mais ampla com instabilidade e grau de incapacidade mais intenso impedindo a deambulação normal sem apoio, já o grau III ou grave, há perda completa da função útil do tornozelo, com ruptura dos ligamentos talofibular anterior e calcaneofibular ^{2,5}. Freeman *et al.* (1965) criaram o termo instabilidade para descrever o fenômeno de entorses recorrentes após uma entorse aguda do tornozelo ²³, e de acordo com Coughlan e Caulfield (2007) os fatores envolvidos na instabilidade do tornozelo são devido a alterações na força dos músculos fibulares, propriocepção, controle postural, velocidade de condução nervosa e tempo de ativação neuromuscular ²⁴. A instabilidade do tornozelo pode ser definida como instabilidade mecânica ou funcional ^{3,4}. A instabilidade mecânica refere-se a medidas objetivas de frouxidão ligamentar, visto que a instabilidade funcional é definida como entorses periódicas e/ou o sentimento subjetivo de articulação frágil e não confiável. ^{5, 25}

Bahr e Bahr (1997) em um estudo prospectivo analisaram as principais lesões no voleibol durante a liga norueguesa nas temporadas de 1992 e 1993, constatou-se

que a lesão predominante foi por entorse do tornozelo, correspondendo a 54% de todas as lesões, com uma incidência de 0,9 lesões a cada 1.000 horas/jogo. Dessas lesões 85% ocorreram na zona central de rede e em média afastavam os jogadores por mais de 2 semanas. Verhagen *et al.* (2003) em um estudo semelhante realizado, constataram uma incidência de 1 lesão a cada 1.000 horas/jogo. Ambos os autores sugerem que possa haver prejuízo na força muscular e na função proprioceptiva dos ligamentos, resultando em recidivas que podem aumentar até 10 vezes nos primeiros 12 meses após a primeira lesão. ⁹

3.4 Exercícios de Estabilização

Programas de exercícios de estabilização têm sua importância tanto na prevenção quanto na reabilitação. Inclui estações de tratamento e exercícios de equilíbrio, exercícios progressivos em cadeia cinética fechada com apoio bipodálico ou monopodálico associado ao gesto esportivo, promovendo o máximo de estabilidade articular e reabilitação funcional. ^{3,4} De acordo com Chiappa e Rosa (2001), a elaboração de um programa de estabilização deve incluir exercícios envolvendo planos estáveis e instáveis. Inicialmente os exercícios devem ser realizados com apoio bipodálico, em planos estáveis, com a adoção de posturas estáticas e sem desequilíbrio. A evolução dentro desta fase é passar ao apoio monopodálico, procurando variar as posições do membro inferior. A progressão para posturas dinâmicas envolve desequilíbrios criados pelo terapeuta onde serão desencadeados reflexos de proteção articular e potencialização da ação dos músculos estabilizadores do tornozelo. Nos exercícios em planos instáveis utiliza-se inicialmente o apoio bipodálico, podendo dispor de alguns recursos como prancha de deslocamento, cama elástica e balancim. Hupperets *et al.* (2009), constataram redução na recidiva de entorse de tornozelo em 50%, e mais de 90% dos atletas previamente lesionados completaram o programa de reabilitação baseado no treino sensoriomotor sem novas lesões ²⁶. Paccin e Pires (2003) citam que os programas de reeducação proprioceptiva devem incluir movimentos repetitivos, realizados de maneira consciente e lentamente, bem como de forma súbita e devem ser utilizados recursos que perturbem a realização do movimento, iniciando a contração muscular involuntária. ³

Uma categoria dos exercícios de estabilização é o treino de equilíbrio, o qual interfere no sistema sensoriomotor em uma atividade estática³. Essas atividades podem incluir apoio bipodálico, monopodálico, desequilíbrio provocados pelo próprio exercício ou por fatores externos, variação de intensidade, materiais com superfícies e texturas diferenciadas e variações com ou sem o estímulo visual^{3,24}. O objetivo do treino de estabilização é proporcionar uma exigente cobrança progressiva dos membros inferiores em cadeia cinética fechada, em que a articulação está fixa e normalmente envolve por forças axiais que desafiam os sistemas sensoriais^{3,24}. A melhora da estabilidade pode ser obtida por programas que incorporam perturbações de equilíbrio em superfícies instáveis, ou seja, exercícios que exijam movimentos em vários planos desafiando a base de apoio corporal. A progressão dos exercícios garante que os atletas alcancem mudanças contínuas na intensidade e na demanda do sistema neuromuscular ao longo do programa proposto.²⁴

Coughlan e Caulfield (2007) dividiram os exercícios de estabilização em níveis, com exercícios específicos de acordo com o grau de dificuldade. Nível 1 ou inicial, envolve exercícios bilaterais sem mudança da base de sustentação, incluindo agachamentos, saltos, bem com a introdução de exercícios dinâmicos sobre superfícies instáveis. Os níveis 2 e 3, ou fase média, inclui exercícios de apoio monopodálico em superfícies estáveis, visando o treino neuromuscular em uma situação controlada. De acordo com o autor, exercícios realizados com apoio único, executados bilateralmente são importantes na prevenção de lesões ligamentares do tornozelo. Níveis 4 e 5, evolui para exercícios monopodálicos mais complexos envolvendo atividades em superfícies estáveis e instáveis, resultando na distorção do feedback somatosensorial, dando maior demanda ao indivíduo ao reagir a perturbações inesperadas, desenvolvendo assim padrões motores conscientes (FIG. 1).²⁴

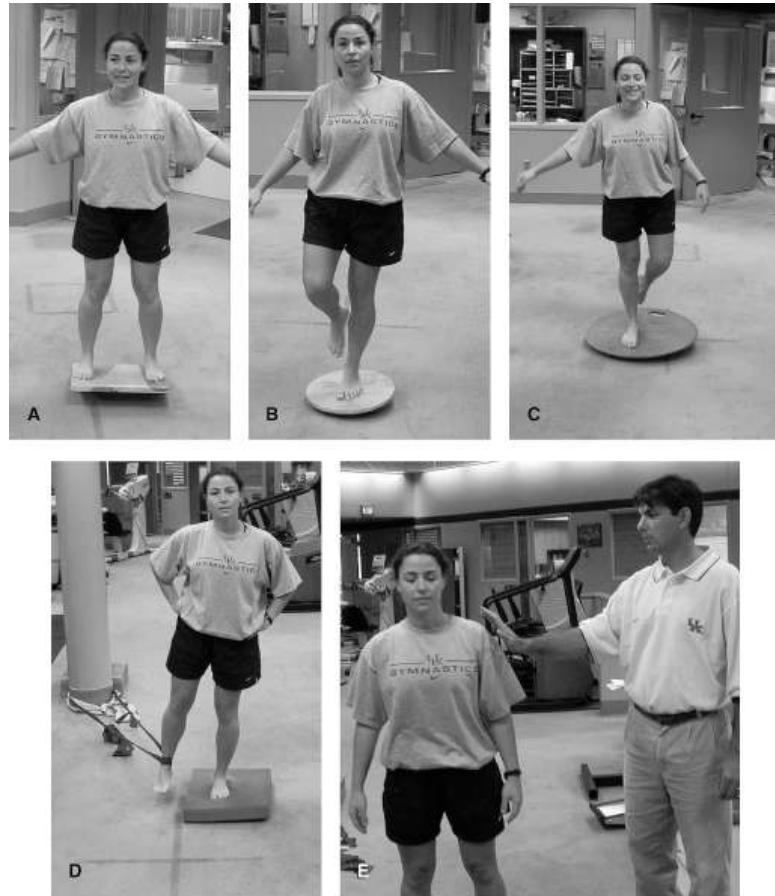


FIGURA 1 – Exercícios de estabilização realizados em múltiplas estações.

Fonte: MATTACOLA; DWYER, 2002, p. 54.

Um programa de fisioterapia baseado no treino de estabilização engloba múltiplas estações de tratamentos, estímulos variados e exercícios específicos relacionados ao gesto esportivo ^{3,24,25,26}. Eils e Rosenbaum (2001) propuseram um programa de 6 semanas de exercícios proprioceptivos de baixa intensidade voltado a indivíduos com instabilidade crônica de tornozelo, dividido em 12 estações diferentes: com exercícios no solo, plataforma de equilíbrio, disco de tornozelo, pedalo proprioceptivo, exercícios com resistência elástica, disco proprioceptivo inflável, prancha de inversão-eversão, mini-trampolim, etapa aeróbica, caminhada em piso irregular, plataforma suspensa e plataforma de equilíbrio. Concluindo que além de ser de fácil integração em rotinas de treinamento, este programa melhorou significativamente o senso posicional, o equilíbrio e ativação sincronizada dos músculos estabilizadores do tornozelo. ²⁵

Os métodos mais comuns de treino de estabilização incluem exercícios de apoio monopodálicos e discos proprioceptivos²⁷. Tanto individualmente ou combinados, essas modalidades auxiliam na melhora da estabilidade articular do tornozelo^{18,24,25,27}. A posição monopodálica é uma das técnicas mais utilizadas e mais desafiadoras para treino de estabilização, a qual requer ao atleta equilíbrio sobre uma perna, sem apoio adicional, podendo progredir para olhos fechados em superfícies estáveis ou instáveis^{3,4,25,27}. O treino sobre apoio monopodálico tem sido um elemento fundamental nos programas preventivos. Já o trabalho em disco proprioceptivo, é descrito como o treinamento em uma plataforma circular sobre uma meia esfera utilizado para exercícios de equilíbrio. Os exercícios envolvem apoio monopodálico ou bipodálico em movimentos multiplanares. Vários estudos determinaram a eficácia do treino em disco proprioceptivo na redução de lesões em atletas com entorses recorrentes de tornozelo^{23,25,27}. Ross (2006) descreve a utilização desses exercícios tanto na prevenção quanto na redução de recidivas em tornozelos funcionalmente instáveis, sugerindo que as deficiências proprioceptivas possam ser melhoradas com uma variedade de exercícios utilizando principalmente o disco proprioceptivo, auxiliando na redução do tempo de resposta muscular e na melhora da capacidade de resposta.²⁷

Outro método bastante difundido no treinamento é a utilização da prancha de equilíbrio, que vem se mostrando uma medida tão eficaz quanto às mencionadas anteriormente. Verhagen *et al.* (2004) formularam um programa de exercícios de estabilização para atletas de voleibol, o qual consistiu de 14 exercícios básicos realizados com e sem a utilização da prancha de equilíbrio, com variações e graus de dificuldade aumentados, consistindo em apoio monopodálico, com os olhos abertos e fechados, com os quadris e joelhos fletidos e estendidos, e o treino do gesto esportivo com jogadas acima e abaixo da cintura simulando jogadas de defesa e ataque (FIG. 2). O estudo mostrou que um programa de estabilização na prancha de equilíbrio foi eficaz em impedir recidivas de entorses de tornozelo.²⁸

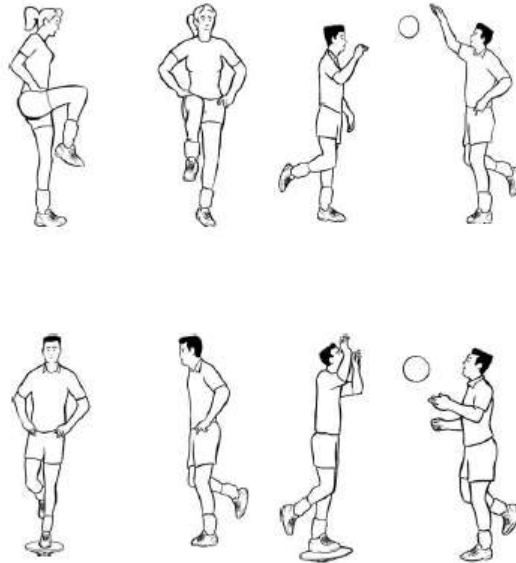


FIGURA 2 - Exercícios de estabilização associados ao gesto esportivo.

Fonte: VERHAGEN *et al.*, 2005, p. 1388.

O treino de estabilização articular vem sendo utilizado na prevenção de entorses de tornozelo por inversão desde 1965, quando o primeiro formulário de profilaxia foi proposto por Freeman *et al.* (1965), no qual realizaram um estudo avaliando os déficits sensoriomotores em pacientes com lesão ligamentar. Foram estudados 85 pacientes, divididos em três grupos de tratamento. O grupo 1 foi tratado com imobilização do tornozelo durante 3 semanas; grupo 2 realizou 4 sessões de fisioterapia convencional e o grupo 3 que além de fisioterapia, realizou exercícios proprioceptivos com graus de dificuldade aumentados a medida que progrediam. Após o tratamento, os déficits proprioceptivos foram analisados através do teste de Romberg modificado, o qual consistia no apoio sobre o membro inferior ileso com os olhos abertos e fechados, e posteriormente no membro inferior lesionado. A estabilidade articular do membro inferior lesionado foi então comparado com a do membro ileso e descrito como estável e sem comprometimentos proprioceptivos aquele que após a realização do teste não apresentasse dor, arco completo de movimentação da articulação talocrural e subtalar e grau de força normal dos músculos da panturrilha. Freeman *et al.* concluíram que os pacientes que realizaram o treino de estabilização não evoluíram com déficits detectáveis, diminuindo assim os riscos de instabilidade funcional. ²³

Tropp *et al.* (1985) analisaram a utilização de dois métodos de prevenção de entorse do tornozelo em atletas suecos. Os participantes foram distribuídos aleatoriamente em três grupos, sendo um grupo controle e dois grupos de intervenção, avaliados durante 6 meses. Os grupos estudados realizaram como métodos preventivos a utilização de orteses semi-rígidas, a qual fornecia estabilidade e a manutenção do tornozelo em posição neutra, de eversão e inversão, permitindo apenas os movimentos necessários para a prática esportiva, e o outro grupo que realizou um programa de treinamento de coordenação e equilíbrio, executados em um disco proprioceptivo, com periodização de 10 minutos durante 5 vezes por semana. Os autores concluíram que os exercícios de estabilização reduziram a incidência de entorses naqueles jogadores com história de lesões recorrentes, enquanto a ortese semi-rígida entre os atletas sem lesões precedentes no tornozelo.²⁹

Estudos comprovam a eficácia do treino de estabilização na redução significativa do risco de entorses em atletas. Bahr *et al.* (1997) realizaram um estudo prospectivo durante as temporadas de 1992 a 1995 da liga norueguesa de voleibol em atletas sem precedentes de entorse do tornozelo, introduzindo um programa de prevenção de lesões baseados em duas vertentes: treinamento específico, com ênfase nas técnicas apropriadas do gesto esportivo, de modo que não aterrissassem na linha central sob a rede, e exercícios proprioceptivos, realizados em superfície instável. Houve uma redução de 47%, de 0.9 lesões por 1000 horas jogadas durante a temporada 1992-1993 para 0.5 lesões por 1000 horas jogadas durante a temporada de 1994-1995.⁹

Matsusaka *et al.* (2001) investigaram os resultados de um programa de reabilitação para indivíduos com instabilidade funcional do tornozelo com treinamento em disco proprioceptivo durante 10 semanas. Todos os participantes já haviam sofrido pelo menos duas entorses em um período de 6 meses. Foram separados em 2 grupos. O grupo 1 realizou o treinamento sensoriomotor com estímulo tátil adicional por meio de bandagens rígidas, e o grupo 2 realizou apenas o treino proprioceptivo. Ambos os grupos obtiveram melhoras nos valores estabilométricos, o grupo 1 melhorou significativamente duas semanas antes do grupo 2, resultado sugerido pelos autores devido ao aumento da entrada aferente dos receptores da pele estimulados pela tração da bandagem.³⁰

Stasinopoulos (2004) comparou 3 métodos de prevenção na redução de entorses recidivas de tornozelo por inversão entre atletas de voleibol feminino da Grécia na temporada de 1998-1999. Os métodos utilizados foram: uso de fixadores externos (orteses), exercícios de estabilização e o treinamento técnico específico. O treino de estabilização foi realizado utilizando uma prancha de equilíbrio por 30 minutos durante todos os dias da temporada. Stasinopoulos concluiu que as 3 estratégias propostas reduziram a taxa de lesões, mas o treino de estabilização mostrou-se superior naquelas atletas que sofreram pelo menos quatro ou mais entorses durante toda carreira³¹. Verhagen *et al.* (2004) analisaram a incidência de entorses no tornozelo após um programa de estabilização na prancha de equilíbrio. O programa continha 14 exercícios realizados durante 36 semanas, com variações e graus de dificuldade crescentes. Participaram 116 equipes da liga holandesa de voleibol, divididos em 2 grupos, no qual um grupo realizou exercícios com e sem a utilização da prancha de equilíbrio e o outro realizou apenas o treinamento de rotina. Após análise, os autores constataram que este programa impediu a recidiva de entorses naqueles atletas com lesões prévias no tornozelo, em comparação ao grupo controle.²⁸

Chaiwanichsiri *et al.* (2005) realizaram um estudo experimental objetivando estudar os efeitos do treino de equilíbrio *Star Excursion Balance Training* na estabilidade funcional dos atletas com entorse grau 2 do tornozelo (FIG. 3). Participaram 40 atletas, divididos em grupo controle e experimental. Todos receberam o programa convencional de tratamento, o qual consistia em calor superficial, terapia com ultra-som, exercícios resistidos e alongamentos, e o grupo experimental submeteu-se ao treino de equilíbrio *Star Excursion*, com periodização de 10 minutos por sessão, 3 vezes por semana. Os autores concluíram que este programa de 4 semanas mostrou-se efetivo na melhora da estabilidade funcional em comparação ao tratamento físico convencional.³²



FIGURA 3 – Treino de equilíbrio Star Excursion Balance Training.

Fonte: CHAIWANICHSIRI *et al.*, 2005, p. 91.

Um simples e barato programa de treino de estabilização composto por 5 fases foi realizado por McGuine e Keene (2005) durante a temporada de esportes do ensino médio americano, reduziu a taxa de entorses do tornozelo em 38% em atletas de basquete e futebol. O programa incluía os seguintes exercícios: manutenção em apoio simples em superfície plana com os olhos abertos e fechados (Fase 1); Execução de atividades funcionais, como bater bola no chão em apoio simples (Fase 2) (FIG. 4); Apoio duplo sobre o disco proprioceptivo (Fase 3); Apoio simples no disco com os olhos abertos e fechados (Fase 4) e execução de atividades funcionais esportivas com apoio simples no disco (FIG. 5).³³



FIGURA 4 – Fases 1, 2 e 3 do treino de estabilização.

Fonte: MCGUINE; KEENE, 2005, p. 1106.



FIGURA 5- Fases 4 e 5 do treino de estabilização.

Fonte: MCGUINE; KEENE, 2005, p. 1107.

4 CONCLUSÃO

Por ser um esporte em ascensão, o voleibol vem se tornando cada vez mais popular, com isso deve-se estudar os fatores de riscos das lesões envolvidas na prática esportiva, e principalmente as medidas preventivas adotadas para minimização dos custos envolvidos, bem como meios eficazes e de baixo custo para reabilitação das entorses do tornozelo por inversão.

Na literatura pode-se observar uma extensa base científica relacionada às técnicas empregadas na prevenção de entorse do tornozelo, e baseados nestes resultados pode-se dizer que os exercícios de estabilização vêm se tornando cada vez mais eficazes na prevenção dessas lesões em atletas de voleibol, restabelecendo mecanismos essenciais na melhora da estabilidade articular e consequentemente na melhora da *performance* desses atletas.

5 REFERÊNCIAS

1. KARLSSON J. *et al.* Preventing ankle injuries. In: Bahr R; Lars E. **Sports injury prevention: olympic handbook of sports medicine.** Wiley-Blackwell : Chichester, 2009. P. 30-48.
2. MAGEE, D. J. Perna, Tornozelo e Pé. In: _____. **Avaliação musculoesquelética.** 4. ed. São Paulo: Manole, 2005. p. 761 – 765.
3. PECCIN, M. S.; PIRES L. Reeducação sensoriomotora. In: COHEN M ; ABDALLA RJ. **Lesões nos Esportes: diagnóstico, prevenção, tratamento.** Rio de Janeiro: Revinter, 2003 p. 405-409
4. LEPORACE, G.; METSAVAHT, L.; SPOSITO M. M. M. Importância do treinamento da propriocepção e do controle motor na reabilitação após lesões musculoesqueléticas. **Acta fisiatr.** n. 16. v. 3. p. 126-131, 2009.
5. NERY C. A. S. Lesões ligamentares do tornozelo e pé. In: COHEN M.; ABDALLA R J. **Lesões nos Esportes: Diagnóstico, Prevenção, Tratamento.** Rio de Janeiro: Revinter, 2003. p. 583-610.
6. FORTES C. R. N; CARAZZATO JG. Estudo epidemiológico da entorse de tornozelo em atletas de voleibol de alto rendimento. **Acta Ortop Bras.** v.16. n.3. p.142 - 147, 2008.
7. JOYCE D. Ankle complex injuries in sport. In: COMFORT P; ABRAHAMSON E. **Sports Rehabilitation and Injury Prevention.** Wiley-Blackwell: Chichester, 2010. p. 465-492.
8. CARDOSO, J. R. *et al.* Influência da utilização da órtese de tornozelo durante atividades do voleibol: avaliação eletromiográfica. **Rev Bras Med Esporte.** v.11, n.5. p. 276-280, 2005.
9. BAHR R, BAHR I. A. Incidence of acute volleyball injuries: a prospective cohort study of injury mechanisms and risk factors. **Scand J Med Sci Sports.** v. 7. p. 166 - 171, 1997.

10. AQUINO, C. F. *et al.* Mecanismos neuromusculares de controle da estabilidade articular. **R. bras. Ci e Mov.** v. 12. n. 2. p. 35 - 42, 2004.
11. VERHAGEN, E. M. A. *et al.* A one season prospective cohort study of volleyball injuries. **J Sports Med.** v.38. p. 477- 481, 2004.
12. MCKEON P. O; MATTACOLA C. G. Interventions for the Prevention of First Time and Recurrent Ankle Sprains. **Clin Sports Med.** v. 27. p. 371–382, 2008.
13. MORRISON K. E; KAMINSKI T. W. Foot characteristics in association with inversion ankle injury. **Journal of Athletic Training.** v. 42. n.1. p. 371–382 March 2007.
14. CHIAPPA, G. R. Reeducação proprioceptiva das lesões ligamentares do joelho. In: _____. **Fisioterapia nas lesões do voleibol.** Robe editorial: São Paulo, 2001. p. 285-302.
15. GARDNER E., GRAY D.J., O'RAHILLY R. Pé e Tornozelo. In: _____. **Anatomia.** 3ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1971. p. 231-238.
16. GOLANO, P. *et al.* Anatomy of the ankle ligaments: a pictorial essay. **Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.** v. 18. p. 557– 569, 2010.
17. RIEMANN, B. L.; LEPHART, S. M. The Sensorimotor System, Part I: The Physiologic Basis of Functional Joint Stability. **Journal of Athletic Training.** v.37.n 1. p. 71 –79, 2002.
18. LEPHART, S. M.; PINCIVERO, D. M.; ROZZI, S. L. Proprioception of the ankle and knee. **Sports Med.** v. 25 n. 3. p. 149 - 155, 1998.
19. NEWTON, R. A. Joint Receptor Contributions to Reflexive and Kinesthetic Responses. **Physical therapy.** v. 62. n. 1. p. 22-29, 1982.
20. MOCHIZUKI, L, AMADIO, A. C. As informações sensoriais para o controle postural. **Fisioterapia em Movimento.** v.19, n.2, p. 11-18, abr./jun., 2006.

21. KONRADSEN, L; RAVN, J. B.; SORENSEN, A. I . Proprioception at the ankle: the effect of anaesthetic blockade of ligament receptors. **J Bone Joint Surg.** v. 75-b. n. 3. p. 433 - 436, 1993.
22. RADMAN, L. **Simulation of responses in proprioceptive afferents during human manipulation.** Master thesis in Cognitive Science. Umeå University. Sweden. 2002. p. 5-12.
23. FREEMAN M. A. R.; DEAN M. R. E.; HANHAM I. W. F. The etiology and prevention of functional instability of the foot. **The journal of bone and joint surgery.** v. 47b. n. 4. p. 678 - 685, 1965.
24. COUGHLAN, G.; CAULFIELD, B. A 4-Week Neuromuscular Training Program and Gait Patterns at the Ankle Joint. **Journal of Athletic Training.** v. 42. n. 1. p. 51 - 59, 2007.
25. EILS, E.; ROSENBAUM, D. A multi-station proprioceptive exercise program in patients with ankle instability. *Med. Sci. Sports Exerc.*, v. 33, n. 12. p. 1991 – 1998, 2001.
26. HUPPERETS, M. D. W, VERHAGEN E. A. L. M, MECHELEN, W. V. Effect of unsupervised home based proprioceptive training on recurrences of ankle sprain: randomised controlled trial. **BMJ.** v. 10. p. 1 - 6, 2009.
27. ROSS, B. L. Proprioceptive exercises balance ankle stability and activity: The combination of exercises may reduce the chance of recurrent ankle sprains and reinjury. **BioMechanics.** v. 1. p. 1 - 4, 2006.
28. VERHAGEN, E. *et al.* The Effect of a Proprioceptive Balance Board Training Program for the Prevention of Ankle Sprains A Prospective Controlled Trial. **The American Journal of Sports Medicine.** v. 32. n. 6. p. 1385 - 1393, 2004.
29. TROPP, H.; ASKLING, C.; GILLQUIST, J. Prevention of ankle sprains. **Am J Sports Med.** v. 13. n. 4. p. 259-262, 1985.

30. MATSUSAKA, N. *et al.* Effect of ankle disk training combined with tactile stimulation to the leg and foot on functional instability of the ankle. **Am J Sports Med.** v. 29. n. 1. p. 25 - 30, 2001.
31. STASINOPOULOS, D. Comparison of three preventive methods in order to reduce the incidence of ankle inversion sprains among female volleyball players. **Br J Sports Med.** n. 38. v. 2, p. 182–185, 2004.
32. CHAIWANICHSIRI, D.; LORPRAYOON, E, NOOMANOCH, L. Star Excursion Balance Training: Effects on Ankle Functional Stability after Ankle Sprain. **J Med Assoc Thai.** v. 88. n. 4. p. 90 - 4, 2005.
33. MCGUINE, T. A., KEENE J. S. The effect of a balance training program on the risk of ankle sprains in high school athletes. **Am J Sports Med.** v. 34. n. 7. p. 103 – 111, 2005.