

Instituto Politécnico de Saúde – Norte
Escola Superior de Saúde do Vale do Sousa

EFEITO DA FADIGA NA SPA DA ARTICULAÇÃO
TIBIOTÁRSICA EM ATLETAS DE FUTEBOL AMERICANO

Trabalho apresentado ao Mestrado de Podiatria do Exercício Físico e do Desporto do Instituto Politécnico de Saúde – Norte – Escola Superior de Saúde do Vale do Sousa, para obtenção do grau de Mestre, sob orientação de João Paulo Ferreira Sousa Venâncio (PhD).

Por

Susana de Noronha Pimentel Machado

Gandra

Dezembro, 2013

Ficha de catalogação

Machado, S. N. P. (2013)

Efeito da fadiga na SPA da articulação Tibiotársica em atletas de Futebol Americano

Tese de Mestrado apresentada ao Departamento de Podologia da Escola Superior de Saúde do Vale do Sousa do Instituto Politécnico de Saúde do Norte

Gandra: s.n. 63p

Orientador: Professor Doutor (PhD) João Paulo Venâncio

Co-orientadores: Mestre Eduardo Manuel Amaral Merino Rocha e Mestre Manuel José de Sousa e Silva

1.FUTEBOL AMERICANO 2.PROPRIOCEPÇÃO 3.SENSAÇÃO DA POSIÇÃO ARTICULAR 4.FADIGA

Dedicatória

Dedico este trabalho às pessoas mais importantes da minha vida, sem dúvida a minha família e amigos, que me apoiaram e ajudaram a percorrer um longo caminho.

Ao meu padrinho.

Agradecimentos

Em primeiro lugar quero agradecer ao meu orientador, Professor Doutor João Paulo Venâncio por todo o seu apoio, ajuda, inspiração e disponibilidade para a realização deste trabalho.

Agradeço aos meus co-orientadores, Professor e Mestre Eduardo Manuel Amaral Merino Rocha e Mestre Manuel José de Sousa e Silva, pela disponibilidade e ajuda.

Agradeço a todos os professores que foram importantes neste percurso.

Agradeço, também, ao Presidente e treinadores do clube Porto Renegades – Clube de Futebol Americano pela compreensão e permissão para a realização deste trabalho.

Agradeço aos atletas que se disponibilizaram a participar neste estudo, pois sem eles não seria possível concretizá-lo.

Agradeço à minha família e amigos por todo o carinho e companhia desde o início deste trabalho até à sua conclusão. Sem o apoio deles, não seria possível concretizá-lo.

Agradeço à minha madrinha e padrinho pelo apoio incondicional. Sem eles não seria possível terminar este percurso.

Agradeço à Diana Costa, uma amiga essencial, por toda a ajuda neste trabalho. Muito obrigada pela colaboração, pois seria difícil a conclusão deste trabalho.

Agradeço aos atletas que pertenceram ao pré-teste desta tese, sem eles não seria possível melhorar este trabalho.

Por fim, agradeço aos meus amigos, porque sem a sua ajuda, este percurso seria mais complicado. Agradeço pelos bons momentos passados ao longo do meu caminho.

Epígrafe

“Se não puder voar, corra. Se não puder correr, ande. Se não puder andar, rasteje, mas continue em frente de qualquer jeito.”

(Martin Luther King)

Índice

| | |
|--|-------|
| Dedicatória | III |
| Agradecimentos | V |
| Epígrafe..... | VII |
| Índice de Figuras..... | XI |
| Índice de Tabelas | XIII |
| Índice de Anexos..... | XV |
| Listas..... | XVII |
| Abreviaturas | XVII |
| Símbolos | XVII |
| Siglas | XVIII |
| Resumo..... | XIX |
| Abstract..... | XXI |
| Introdução | 1 |
| 1 Revisão de Literatura..... | 5 |
| 1.1 Futebol Americano | 5 |
| 1.1.1 Posições de Jogo | 7 |
| 1.1.2 Lesões do membro inferior | 9 |
| 1.2 Propriocepção | 11 |
| 1.2.1 Mecanorreceptores..... | 12 |
| 1.2.2 Avaliação da propriocepção | 15 |
| 1.2.3 Sensação de posição articular..... | 16 |
| 1.3 Fadiga | 17 |
| 1.3.1 Efeitos da fadiga na propriocepção | 20 |
| 2 Metodologia | 23 |

| | | |
|-------|---|------|
| 2.1 | Desenho do Estudo..... | 23 |
| 2.2 | Amostra..... | 23 |
| 2.2.1 | Critérios de Inclusão e Exclusão..... | 23 |
| 2.3 | Ética de Investigação | 24 |
| 2.4 | Materiais e Métodos..... | 24 |
| 2.5 | Procedimentos | 26 |
| 2.6 | Procedimentos Estatísticos | 30 |
| 3 | Resultados..... | 31 |
| 4 | Discussão | 35 |
| 5 | Conclusão..... | 43 |
| 6 | Referências bibliográficas..... | 45 |
| | Anexos | 63 |
| | Anexo I – Carta de pedido de orientação | I |
| | Anexo II – Carta de aceitação do orientador | III |
| | Anexo III – Carta pedido Co-orientador..... | V |
| | Anexo IV – Carta aceitação do Co-orientador..... | VII |
| | Anexo V – Carta de pedido de autorização do co-orientador..... | IX |
| | Anexo VI – Carta aceitação do Co-orientador | XI |
| | Anexo VII – Pedido de autorização para a realização do estudo | XIII |
| | Anexo VIII – Resposta de aceitação para a realização do estudo | XV |
| | Anexo IX – Apresentação do estudo e Declaração do Consentimento Informado | XVII |
| | Anexo X – Questionário | 19 |
| | Anexo XI – Avaliação Podológica..... | 23 |
| | Anexo XII – Escala de Borg..... | 27 |

Índice de Figuras

FIGURA 1 – GRÁFICO DO TIPO DE PÉ DO LADO DOMINANTE, EM PERCENTAGEM, DOS ATLETAS DO PORTO RENEGADES.32

Índice de Tabelas

| | |
|---|----|
| TABELA 1 – VALORES MÉDIOS E DESVIO PADRÃO DA IDADE DO ATLETA, DO PESO DO ATLETA, DA ALTURA DO ATLETA E DO ÍNDICE DE MASSA CORPORAL DA EQUIPA PORTO RENEGADES E DA SUA DIVISÃO EM <i>OFFENSIVE TEAM</i> E <i>DEFENSIVE TEAM</i> | 31 |
| TABELA 2 – VALORES MÉDIOS E DESVIO PADRÃO, EM GRAUS, DO ERRO RELATIVO DA FLEXÃO PLANTAR E DA FLEXÃO DORSAL E DO ERRO ABSOLUTO DA FLEXÃO PLANTAR E FLEXÃO DORSAL INICIAL E FINAL DA EQUIPA PORTO RENEGADES E O VALOR DE <i>P</i> | 33 |
| TABELA 3 – VALORES MÉDIOS E DESVIO PADRÃO, EM GRAUS, DO ERRO RELATIVO DA FLEXÃO PLANTAR E DA FLEXÃO DORSAL E DO ERRO ABSOLUTO DA FLEXÃO PLANTAR E FLEXÃO DORSAL INICIAL E FINAL, DA <i>OFFENSIVE TEAM</i> E <i>DEFENSIVE TEAM</i> | 33 |
| TABELA 4 – VALORES MÉDIOS E DESVIO PADRÃO, EM GRAUS, DA DIFERENÇA DO ERRO RELATIVO DA FLEXÃO PLANTAR E FLEXÃO DORSAL E DA DIFERENÇA DO ERRO ABSOLUTO DA FLEXÃO DORSAL E FLEXÃO PLANTAR DOS JOGADORES DA <i>OFFENSIVE TEAM</i> E <i>DEFENSIVE TEAM</i> | 34 |

Índice de Anexos

| | |
|--|------|
| Anexo I – Carta de pedido de orientação..... | I |
| Anexo II – Carta de aceitação do orientador..... | III |
| Anexo III – Carta de pedido de co-orientação..... | V |
| Anexo IV – Carta de aceitação do co-orientador..... | VII |
| Anexo V – Carta de pedido de co-orientação..... | IX |
| Anexo VI – Carta de aceitação do co-orientador..... | XI |
| Anexo VII – Pedido de autorização para a realização do estudo..... | XIII |
| Anexo VIII – Resposta de aceitação para a realização do estudo..... | XV |
| Anexo IX – Apresentação do estudo e Declaração do Consentimento Informado..... | XVII |
| Anexo X – Questionário..... | 19 |
| Anexo XI – Avaliação Podológica..... | 23 |
| Anexo XII – Escala de Borg..... | 27 |

Listas

Abreviaturas

- ATP – Adenosina Trifosfato
- CCA – Cadeia Cinética Aberta
- CCF – Cadeia Cinética Fechada
- Cm - Centímetros
- H - Hora
- Hz - Hertz
- IMC – Índice de Massa Corporal
- Kg – Quilogramas
- Mins – Minutos
- M – Metro
- M² – Metro quadrado
- RS – Retículo Sarcoplasmático
- SNC – Sistema Nervoso Central
- SPA – Sensação de Posição Articular
- TT - Tibiotársica
- OTG – Órgãos Tendinosos de Golgi
- UM – Unidade Motora
- Vs - Versus

Símbolos

- ® - Marca Registada
- % - Percentagem
- n - Número de Indivíduos

± - Mais ou menos

= - Igual

- - Menos

° - Graus

Siglas

APFA – Associação Profissional de Futebol Americano

APAS – Ariel Performance Analysis System

CIF – Classificação Internacional de Funcionalidade

IPSN - Instituto Politécnico de Saúde do Norte

Msc - Mestre

NFL – The National Football League

PhD – Professor Doutor

SPSS - Statistical Package for the Social Sciences

Resumo

Introdução: O número de praticantes de futebol americano tem aumentado nos últimos anos, trazendo consigo um aumento da carga e horas de treino e conseqüentemente uma maior probabilidade da ocorrência de lesões.

Objectivo: Avaliar o efeito da fadiga na sensação de posição articular da articulação tibiotársica, especificamente nos movimentos de flexão dorsal e flexão plantar. **Materiais e Métodos:** Este estudo incluiu 17 atletas do género masculino, do Porto Renegades – Clube de Futebol Americano. Para a avaliação, recorreu-se a um questionário de caracterização da amostra, à avaliação podológica e à avaliação da sensação de posição articular da tibiotársica nos movimentos de flexão plantar e flexão dorsal. Esta foi efectuada através de fotogrametria, em dois momentos de avaliação (pré e pós-treino) e para a sua análise recorreu-se ao programa SAPO[®]. Utilizou-se o Teste T-Student emparelhado para a comparação entre os dois momentos de avaliação (pré e pós-treino) e para as comparações intragrúpis (*Offensive* e *Defensive*). Para comparações intergrupais utilizou-se o Teste T-Student para amostras independentes. O nível de significância utilizado foi fixado em $p < 0,05$. **Resultados:** No Erro Relativo da flexão plantar (inicial = $-0,1^\circ \pm 4,7^\circ$; final = $-0,4^\circ \pm 4,9^\circ$) e flexão dorsal (inicial = $1,2^\circ \pm 4,7^\circ$; $-0,2^\circ \pm 4,3^\circ$) não se verificando diferenças estatisticamente significativas (F.P. $p=0,817$; F.D. $p=0,308$). O Erro Absoluto da flexão plantar (inicial = $3,6^\circ \pm 2,9^\circ$; final = $3,8^\circ \pm 3,0^\circ$) e flexão dorsal (inicial = $4,2^\circ \pm 2,2^\circ$; final = $3,3^\circ \pm 2,6^\circ$), não se verificando diferenças estatisticamente significativas. **Conclusão:** A fadiga muscular pós-treino não altera significativamente a sensação de posição articular da tibiotársica nos movimentos de flexão plantar e flexão dorsal.

Palavras Chave: FUTEBOL AMERICANO; PROPRIOCEPÇÃO; SENSAÇÃO DE POSIÇÃO ARTICULAR; FADIGA.

Abstract

Introduction: The number of american football players has been growing in the last few years, leading to more practice hours and more charge, causing an higher probability of injury.

Objective: Evaluate the effect of fatigue in the joint position sense in the ankle, especially in dorsiflexion and plantarflexion movements.

Materials and Methods: This study includes 17 male athletes of the Porto Renegades - Clube de Futebol Americano. To make the evaluation, it was made a questionarie to sample characterization, a podiatry evaluation and the ankle joint position sense. This was made through photogrammetry, in two evaluation moments (before and after training) and for analysis the software SAPO*. It was used the paired Test T-Student to make a comparisons between the two moments of the evaluation (before and after training) and to make comparisons inside the groups (Offensive and Defensive). To make comparisons between the groups it was used the independent Test T-Student. The level of significance was fixated in $p < 0,05$.

Results: : In the relative error of plantar flexion (initial= $-0,1^\circ \pm 4,7^\circ$; final = $-0,4 \pm 4,9^\circ$) and dorsal flexion (initial= $1,2^\circ \pm 4,7^\circ$; $-0,1 \pm 4,3^\circ$) without statistically significant differences (P.F. $p = 0,816$, D.F. $p = 0,308$). The absolute error of the plantar flexion (initial = $3,6^\circ \pm 2,9^\circ$; final = $3,8^\circ \pm 3,0^\circ$) and dorsal flexion (initial = $4,2^\circ \pm 2,2^\circ$; final = $3,3^\circ \pm 2,6^\circ$), without significant statistical differences.

Conclusion: The muscular fatigue after training doesn't, modify the ankle joint position sense.

Keywords: AMERICAN FOOTBALL; PROPRIOCEPTION; JOINT POSITION SENSE; FATIGUE.

Introdução

Nos últimos anos, verificou-se um aumento do número de praticantes de desporto, adquirindo este, uma importância a nível cultural e social.

Este fenómeno é transversal a todas as actividades e práticas desportivas, incluindo o futebol americano, no qual se tem verificado um aumento do número de equipas e de praticantes. A primeira equipa a ser formada em Portugal foi o Porto Renegades – Clube de Futebol Americano. O Futebol Americano foi jogado pela primeira vez nos Estados Unidos da América em 1869 (Muller & Schindler, 1991). Cada equipa é composta por duas equipas de onze atletas e o jogo começa com a bola sobre a linha de *scrimmage*, com o principal objectivo: marcar *touchdown* (Stern, 1997; Stracuzzi et al., 2011). Devido à competitividade deste desporto, a incidência de lesões do membro inferior é elevada, sendo a maioria no tornozelo e joelho (Kumar, Jadhav, & Pagare, 2008; Messina, Farney, & DeLee, 1999; Waston, 1993)

A propriocepção foi definida em 1906 por Sherrington, e é considerada uma especialização sensorial do indivíduo que pode ser dividida em sensação de posição articular (SPA) e cinestesia (Kandel, Schwartz, & Jessel, 2003). A SPA pode ser definida como a consciência da posição da articulação (Proske, Wise, & Gregory, 2000), e, medida através do reposicionamento da articulação numa amplitude em que foi colocada previamente, permitindo avaliar o erro angular ocorrido nesse reposicionamento (Hume & Gerrard, 1998; South & George, 2007). É assinalada pelos receptores musculares (Forestier, Teasdale, & Nougier, 2002; S.C. Gandevia, Enoka, Mclomas, Stuart, & Thomas, 1995; McCloskey, 1978; Proske et al., 2000; Riemann & Lephart, 2002) e pelos receptores cutâneos de adaptação lenta (Forestier et al., 2002; Proske et al., 2000; Riemann & Lephart, 2002).

Vários autores referem que a fadiga neuromuscular pode ser um factor negativo sobre o sistema proprioceptivo (Forestier et al., 2002; Gurney, Milani, & Pedersen, 2000; McCloskey, 1983; Prochazka & Gorassini, 1998; Riemann & Lephart, 2002).

A fadiga, sendo definida como uma incapacidade aguda no desempenho, acompanhada por um aumento de esforço para exercer/manter um determinado nível de força, com influência negativa sobre a produção dessa mesma força, isto é o torque máximo (Sahlin, 1992), e à qual pode ser associado um efeito negativo sobre a propriocepção (Carpenter, Blasier, & Pellizzon, 1998). Alguns autores concluíram que nas articulações do membro inferior, a fadiga muscular diminui a sensação de posição articular, no entanto, não afectando a sensibilidade do movimento articular (Lee, Liao, Cheng, Tan, & Shih, 2003; Lindstrom, Karlsson, & Gerdle, 1995; M. D. Sharpe & T. S. Miles, 1993; Skinner, Wyatt, Hodgdon, Conrad, & Barrack, 1986). O mecanismo segundo o qual a fadiga diminui o sistema proprioceptivo é o aumento do limiar da activação dos fusos neuromusculares (Gribble & Jay Hertel, 2004; Gurney et al., 2000; Skinner et al., 1986; Voight, Harden, Blackburn, Tippet, & Canner, 1996). Contudo, há autores que equacionam uma redução das respostas dos órgãos tendinosos de Golgi causadas pela acidose metabólica associada ao exercício (South & George, 2007).

Assim sendo, o objectivo principal deste trabalho foi avaliar o efeito da fadiga na sensação de posição articular da articulação tibiotársica em atletas de futebol americano, especificamente nos movimentos de flexão dorsal e flexão plantar, tendo ainda um objectivo secundário, avaliar o efeito da fadiga na SPA da articulação tibiotársica nos movimentos de flexão dorsal e flexão plantar, consoante as posições de jogo, nomeadamente as equipas *Offensive* e *Defensive*.

Para uma melhor compreensão, o trabalho está estruturado em seis capítulos. O primeiro diz respeito à Revisão da Literatura, onde se faz uma abordagem ao Futebol Americano e às lesões que ocorrem no membro inferior, à propriocepção e suas formas de avaliação, à sensação de posição articular e por fim, à fadiga e seus efeitos na sensação de posição articular. O segundo capítulo apresenta a metodologia do trabalho, nomeadamente o desenho do estudo, a caracterização da amostra, os materiais e métodos necessários e o

procedimento implementado. No terceiro capítulo é feita a apresentação dos resultados, sobre os quais será realizada a discussão apresentada no quarto capítulo. O quinto capítulo refere-se às conclusões retiradas da análise e discussão dos dados estatísticos obtidos. Por fim, o sexto capítulo diz respeito às referências bibliográficas necessárias para a realização deste trabalho e que serviram de base ao quadro de referência.

1 Revisão de Literatura

1.1 Futebol Americano

O futebol americano tem as suas raízes associadas ao rugby e ao futebol, tendo sido jogado pela primeira vez nos Estados Unidos da América entre as universidades de Rutgers e Princeton a 6 de novembro de 1869 (Carrol, Gershman, Nett, & Thorn, 1997; Long & Czarnecki, 2007; Muller & Schindler, 1991). O futebol americano terá surgido em meados de 1800, tendo por base o desafio entre alunos universitários, para um jogo que seria permitido apenas, o chutar, o bater e o driblar dentro de campo, no entanto sem poder correr com a bola (Arolainen & Vartia, 1987). Este era jogado sem regras, sem protecções, sem capacetes, sem árbitros, e cada equipa era constituída por vinte e cinco atletas. Após 1869, várias universidades juntaram-se para formular as regras e decidiram formar a primeira liga de futebol americano, a Ivy League. A partir deste momento, o futebol americano deixou de ter quaisquer ligações com o futebol e o rugby, passando a ter a sua própria identidade (Carrol et al., 1997).

Em 1880, Walter Camp, considerado o “pai do futebol americano”, modificou as regras, passando a quinze jogadores, e criou o “*snap*” para iniciar a partida (Carrol et al., 1997; Long & Czarnecki, 2007). A partir de 1905, devido à morte de pelo menos dezoito jogadores, o presidente dos Estados Unidos da América, Roosevelt exigiu que este desporto se tornasse mais seguro, levando a que se produzissem algumas alterações, como a utilização de protecções ao nível da cabeça, dos ombros e das pernas. Logo depois, em 1920 foi criada a liga profissional de futebol americano e dois anos depois, formou-se a Associação Profissional de Futebol Americano (APFA), rebaptizada como a The National Football League (NFL) (Arolainen & Vartia, 1987; Long & Czarnecki, 2007).

Este desporto é jogado fora dos Estados Unidos da América desde 1920, aumentando a sua popularidade após a II Guerra Mundial, e em 1998, a

Federação Internacional de Futebol Americano foi formada para coordenar a competição amadora internacional. Chegou à Europa na década de 1970, ano em que é organizado pela Liga Europeia de Futebol Americano com catorze membros nacionais federados. Em 1995, verificou-se um forte desenvolvimento da modalidade a nível europeu, e em 2006 o nome da liga foi mudado para Federação Europeia de Futebol Americano (Long & Czarnecki, 2007). Com este crescimento na Europa, verificou-se, também, um aumento do número de profissionais de saúde a lidarem com as lesões e com os seus mecanismos lesionais decorrentes da prática do futebol americano (Muller & Schindler, 1991).

Actualmente é jogado em 14 países Europeus, conhecido como um jogo de contacto ou até mesmo de colisão, em que as lesões são inevitáveis (Karpakka, 1993; Sinku, 2006; Winter Griffith, 1989). É um desporto muito popular nos Estados Unidos da América, que exige atributos físicos e habilidades específicas para o jogo, atendendo a um conjunto de qualidades físicas, fisiológicas e psicológicas (Waston, 1993), mas, ao mesmo tempo, pode ser avaliado como exigente a nível físico e mental para os jogadores, levando a lesões (Halchin, 2008; Saal, 1991), lesões estas que podem ocorrer no início do jogo, na corrida, no chutar, no saltar ou na mudança de direcção (Waston, 1993).

O futebol americano é um jogo competitivo com combinação de jogo físico e estratégia, duas equipas de onze jogadores, equipa ofensiva e equipa defensiva (Stracuzzi et al., 2011). É jogado num campo de 100 por 53,33 jardas (Long & Czarnecki, 2007), com um objectivo principal: marcar *touchdown*, no entanto, os pontos podem ser marcados de diversas formas: colocar a bola dentro da *end zone* (zona de campo onde se pode pontuar); lançar a bola para jogadores específicos (*receivers*), agarrando-a no perímetro da *end zone* (*touchdown*); chutar a bola para a frente (*field goal* ou *punt*) ou fazer placagem ao adversário. O jogo tem uma duração de sessenta minutos divididos em quatro períodos de quinze minutos, e, as duas equipas têm posse de bola (Long & Czarnecki, 2007; Stern, 1997).

O objectivo da equipa ofensiva é avançar com a bola até ao final do campo da equipa defensiva, enquanto que, para a equipa defensiva é impedir que a equipa atacante avance as dez jardas. O jogo em si é todo sobre a movimentação da bola, usando diferentes jogadas ofensivas. A equipa atacante tem quatro tentativas para se correr dez jardas. O percurso repete-se até esta atingir a *end zone* ou pontuar com um chuto por entre os postes. Se nas quatro tentativas não avançarem as dez jardas, a bola passa para a equipa adversária (Long & Czarnecki, 2007).

Antes do início do jogo, a bola é colocada na linha de *scrimmage* (linha de meio campo), com as duas equipas alinhadas paralelamente à *end zone* e em lados opostos, iniciando-se quando o jogador que está no centro (jogador da equipa ofensiva), faz o *snap*, isto é, a passagem da bola para o *quarterback* (Stern, 1997).

1.1.1 Posições de Jogo

Como foi referido anteriormente, uma equipa de futebol americano é constituída por dois grupos de onze jogadores em campo, uma equipa ofensiva e outra defensiva. No entanto, há alturas do jogo em que é preciso colocar em campo um conjunto de jogadores da equipa ofensiva e da defensiva, estes são conhecidos como a *special team*, ou seja, equipa especial.

Alusivamente à equipa ofensiva, esta é formada por um *quarterback*, por um *running back* ou *halfback*, um *fullback*, um ou dois *wide receivers*, dependendo da formação que o treinador optar, um *thigh ends* e constituído por cinco *offensive linemen*, e cada jogador tem uma função específica. Desta forma, o *quarterback* é considerado o jogador mais importante deste desporto, pois é o responsável por dirigir o lado ofensivo em direcção à *end zone* e marcar o máximo de pontos possíveis, anuncia as jogadas no *huddle* (quando os jogadores se reúnem para discutir as estratégias e jogadas), grita os sinais na linha de *scrimmage* e recebe a bola através do *center*, entregando a bola ou correndo com ela (Bass, 1991).

Relativamente ao *running back* ou *halfback* e *fullback* têm uma exigência grande a nível físico, pois têm como função correr com a bola, e

bloquear/limpar o caminho, e, ainda, uma das características mais fundamentais, proteger o *quarterback*. Uma das características que faz sobressair os *running backs* é o facto de serem considerados corredores de curta distância; em relação aos *wide receivers*, a sua compleição física é diversificada, sendo o mais importante, a agilidade manual e a uma capacidade física elevada o suficiente para suportarem as cargas físicas dos defesas da equipa adversária (Association, 1999). Outra componente, neste caso referente aos *tigh ends* é que têm como função receber e/ou bloquear na linha de jogo e situam-se ao lado do *Offensive Tackle (Offensive Linemen)*, por fim, os *offensive linemen* têm como principal papel proteger o *quarterback*, dando-lhe dois a três segundos para poder lançar ou passar a bola, ou proteger o jogador que possuir a bola, outra característica desta componente da equipa ofensiva é abrir espaços para que os *running backs* possam passar. Também ajudam a equipa a ganhar jardas/metros arrastando os defesas de forma a que estes não consigam ganhar a posse de bola. A *offensive linemen* é constituída por cinco elementos, divididos em três subtipos, o homem do meio, chamado de *center*, sendo que este tem a função de passar a bola ao *quarterback* iniciando, assim, o jogo; tendem a ser rápidos e inteligentes nas jogadas; precisam de ser mental e fisicamente fortes para poderem aguentar com o impacto dos defesas da equipa adversária. Os *guards*, alinham-se ao lado do *center* e têm como função bloquear os defesas quebrando-lhes o impulso, têm de criar espaços para os *running backs* poderem passar com a bola de forma a cumprir ou tentar cumprir o objectivo, avançar as dez jardas, e por fim, os *tackles* têm como função não permitir que os *linebackers* (jogadores da defesa) passem pelos lados e que não pressionem o *quarterback*; precisam de ter muita agilidade e força necessária para não permitir a passagem do adversário (Association, 1999; Bass, 1991; Long & Czarnecki, 2007).

Da mesma forma que a equipa ofensiva tem as suas características, a equipa defensiva também as tem. Esta equipa é formada por quatro *defensive linemen*, por três *linebackers*, por dois *cornerbacks* e por dois *safeties*. Os *defensive linemen* posicionam-se na linha de *scrimmage* parando a corrida na mesma, atacam os *offensive linemens* (atacantes da linha), e correm atrás do

quarterback, tentando parar o passe do mesmo. Têm como características o tamanho, a durabilidade, ou seja, têm de ser capazes de suportar as cargas exercidas pelos adversários, a rapidez, a força de braço e mãos, são factores que os caracterizam, bem como a visão e os instintos. Relativamente aos *linebackers*, estes têm de ter elevada habilidade com os membros inferiores, pois precisam ser rápidos e capazes de furar o espaço para apanhar os *running backs*, a nível físico o essencial seria serem robustos e fortes de forma a fazerem pressão sobre o *quarterback*, ter bons instintos e boa capacidade de reacção, estes jogadores são considerados os líderes da defesa. Em relação aos *corners*, estes têm de ser ágeis e rápidos, e têm como principal função, defender os *receivers* de forma a que não pontuem ou ganhem jardas para a equipa adversária. Por fim, os *safeties* estão situados na última linha de defesa e têm como função ver e reconhecer as formações dos adversários, dando as instruções aos seus companheiros de equipa (Bass, 1991; Long & Czarnecki, 2007).

Referente à *Special team*, esta é colocada em campo com dois intuitos, o primeiro é marcar mais pontos após o *touchdown* da sua equipa, o segundo é quando a equipa ofensiva, nas três tentativas, não consegue avançar as dez jardas, esta é colocada em campo para fazer um *punt* (ou seja, devolver a bola à equipa adversária através de um pontapé) (Bass, 1991).

1.1.2 Lesões do membro inferior

Uma lesão desportiva corresponde a qualquer tipo de acontecimento traumático sofrido por um atleta, no jogo (competição) ou num treino, que obriga à interrupção da actividade desportiva ou ao impedimento de participar, em pelo menos um treino ou jogo (Fuller et al., 2006). O futebol americano é um desporto competitivo e com muito contacto que exige agilidade, capacidade tática, força de explosão, resistência e velocidade dos jogadores que se empurram, que bloqueiam e que se perseguem uns aos outros, tentando avançar a bola no campo do adversário ou dificultando a sua progressão (Garrick & Requa, 1988). Sendo considerado um desporto de alto risco de lesões, envolvendo contacto físico, movimentos de corrida, aceleração,

desaceleração, mudanças de direção, saltos e bloqueios (Backx, Beijer, Bol, & Erich, 1991; Waston, 1993). Os jogadores de futebol americano têm uma incidência elevada de lesões, sendo que em alguns estudos, os autores estimam que 84% das lesões que ocorrem são no membro inferior (Waston, 1993), com a maioria ao nível do tornozelo (Hootman, Dick, & Agel, 2007; Nielsen & Yde, 1989). Num estudo realizado sobre as lesões do membro inferior, a lesão com maior percentagem foi o tornozelo, a qual correspondia a 29,62% de lesão, seguido do joelho com 17,59%, a virilha perfazia 7,40% das lesões e a coxa correspondia a 5,55% de lesão (Kumar et al., 2008), no mesmo sentido, vários autores referem que a maior percentagem de lesão ocorre a nível do tornozelo, com 30% de incidência, seguida do estiramento muscular correspondendo a 15% de lesões e por último a ruptura ligamentar com 12% (Chomiak, Junge, Peterson, & Dvorak, 2000; Peterson, Junge, Chomiak, Graf-Baumann, & Dvorak, 2000). No entanto, existem, ainda, estudos que referem que a lesão tanto do joelho como a do tornozelo são as lesões mais comuns deste desporto (Baltzer, Ghadamgahi, Grannath, & Possel, 1997; Canale, Cantler, Sisk, & Freeman, 1989; Fong, Hong, Chan, Yung, & Chan, 2007; Messina et al., 1999; Saal, 1991; Stuart, 2005; Whiteside, Fleagle, Kalenak, & Welter, 1985; Zemper, 1989). Contudo, a lesão do joelho corresponde a 24% das lesões ocorridas, e de seguida, com 14% de lesão a nível da pélvis e coxa e, ainda com a mesma percentagem, lesões no tornozelo (Stephen, Waller, Dick, Pugh, & Loomis, 2002). Num outro estudo, a lesão mais comum é a do joelho com 14,4%, de seguida com 13,8% a lesão do tornozelo e com 13,4% a lesão da coxa (Fukuda, Miyakawa, Matsumoto, & Kawasaki, 2012)

Apesar dos resultados observados em cima, devido ao futebol americano ser um desporto de grande impacto, também ocorre lesões no membro superior e cabeça, sendo uma das mais frequentes a concussão cerebral (Pellman et al., 2006).

1.2 Propriocepção

A palavra propriocepção provém do latim “*proprius*” que significa “nós próprios”, “que pertence a...” e no verbo “*(re)ceptus*” que significa “acto de receber” (Francisco, 2008; Kandel et al., 2003; Parkhurst & Burnet, 1994).

Inicialmente, a propriocepção foi definida por Sherrington, em 1906, como a “percepção do movimento articular ou do corpo bem como a posição do corpo, ou dos segmentos, no espaço” (Rozzi, Yuktanandana, & Pincivero, 2000). Segundo a Classificação Internacional de Funcionalidade (CIF) a propriocepção é definida como as funções sensoriais que permitem sentir a posição relativa das partes do corpo (Buchalla, 2003), e conseqüentemente é, também, considerado um mecanismo que envolve processamento de informação (Fremerey et al., 2000; Hewett, Palermo, & Myer, 2002; Lephart, Kocher, Fu, Borsa, & Harner, 1992).

A propriocepção resulta de um processo através do qual o Sistema Nervoso Central (SNC) recebe *input* de diversas fontes de estímulo (proprioceptores) que integra, para definir e controlar o movimento ou a posição articular. No entanto, o *input* proprioceptivo não é, necessariamente, percebido conscientemente, ou seja, as informações do fuso muscular e das aferências articulares interferem com os reflexos da medula espinal (Rozzi et al., 2000).

O SNC é importante, pois é considerado o mediador primário da percepção e execução do controle musculoesquelético e do movimento (Lephart & Fu, 2000), no qual a percepção e sensação do movimento articular são monitorizadas por três subsistemas: o somatosensorial, o vestibular e o visual, sendo o somatosensorial o mais importante, onde há transmissão de informação da sensação de posição articular (SPA) para o córtex cerebral, por meio de impulsos nervosos para os receptores articulares e músculos tendinosos, informando, assim, o comprimento e tensão no músculo, e a posição e movimento da articulação (Francisco, 2008; Rozzi et al., 2000). Mais recentemente, a propriocepção foi definida como o *input* neural acumulativo para o SNC proveniente de terminações nervosas especializadas, os mecanorreceptores (receptores sensoriais) que se localizam na pele, no ventre

muscular, nos tendões, na cápsula articular e nos ligamentos (Carpenter et al., 1998; Lephart, Pincivero, Giraldo, & Fu, 1997; Ribeiro & Oliveira, 2007; Voight et al., 1996).

Tem sido sugerido, que as informações sobre o grau de modificação mecânica das estruturas articulares captadas pelos mecanorreceptores são enviadas ao sistema nervoso central, onde são processadas, auxiliando na detecção do movimento e no conhecimento da posição articular no espaço (Hewett et al., 2002).

A propriocepção alude à sensação de posição e sensação de movimento e resulta dos interoceptores (o conjunto de sensações intrínsecas) (Rozzi et al., 2000), sem o uso da visão (Kandel et al., 2003), manifestando-se na sensibilidade dos receptores, dos fusos musculares, dos tendões, dos ligamentos, das articulações e da cápsula articular para interagir directamente com os movimentos articulares e variações propostas ao tendão como: a amplitude, a velocidade e a tensão (Salgado, 1995). É dividida em duas vertentes, a sensação de posição articular ou sensação de posição estacionária dos membros (Kandel et al., 2003) e a sensação de movimento corporal ou cinestesia (Hewett et al., 2002; Hiemstra, Lo, & Fowler, 2001; Kandel et al., 2003; Lobato et al., 2005).

1.2.1 Mecanorreceptores

Estes receptores auxiliam a determinar a angulação articular e são usados em conjunto com outros receptores sensoriais para a sensação de posição, são activados durante a deformação articular, levando informações sobre o ângulo e a velocidade do movimento de rápida adaptação, em que param a emissão de disparo logo após o início de um estímulo (Guyton & Hall, 2006), no entanto, os de lenta adaptação continuam a emissão de descarga enquanto o estímulo estiver presente (Bacarin, 2004; Prentice & Voight, 2003). Os estímulos mecânicos são convertidos pelos proprioceptores em actividade eléctrica, direccionando-os aos elementos neurais das vias aferentes do SNC, o qual irá processar e modular respostas motoras nos seus centros de forma consciente ou inconsciente (Bacarin, 2004).

Os mecanorreceptores são divididos em receptores articulares e musculares.

Assim sendo, os receptores articulares estão localizados na cápsula articular, nos ligamentos e em todas as estruturas articulares (Andrews, Harrelson, & Wilk, 2000), encontra-se, também, no periósteo, nos músculos, nos ligamentos e na cápsula articular (Foss & Keteyian, 2000). São constituídos por Corpúsculos de Ruffini, estes são sensíveis ao alongamento da cápsula articular, à alteração da pressão do fluido intracapsular, à amplitude e à velocidade de alteração de posição articular; compostos, também por receptores de Golgi, localizam-se dentro dos ligamentos (intra-ligamentar) e apresentam-se activos quando os ligamentos são solicitados nos extremos do movimento articular; os Corpúsculos de Paccini estão localizados no periósteo fibroso próximo das fixações articulares e são sensíveis à vibração de alta frequência e, por fim, as terminações nervosas livres são sensíveis ao stress mecânico (Andrews et al., 2000), transmitindo as informações ao SNC acerca do ângulo, da aceleração e do grau de deformação produzido pela pressão na articulação (Foss & Keteyian, 2000) permite, ainda, reconhecimento consciente da posição e movimento da articulação que são activados nos limites do movimento (Docherty, Moore, & Arnold, 1999). Existem quatro tipos de receptores cutâneos: dois de adaptação rápida – os corpúsculos de Meissner e o corpúsculo de Paccini e dois de adaptação lenta – as células Merkel e as terminações de Ruffini (Craig & Rollman, 1999; S.C. Gandevia & Burke, 1992; Proske et al., 2000).

Quanto aos receptores musculares, estes localizam-se nos músculos e nos tendões, e têm aspectos fundamentais tais como, a sensibilidade ao estiramento e à tensão muscular. As informações sensoriais provenientes dos músculos fornecem ao Sistema Nervoso Central um *feedback* sobre a tensão desenvolvida e a avaliação do comprimento atingido (Mcardle, Katch, & Katch, 1998; Powers & Howley, 2000) e são constituídos por fusos musculares e órgãos tendinosos de Golgi (OTG).

Relativamente aos fusos musculares, estes têm uma estrutura complexa e localizam-se nas fibras musculares esqueléticas, sendo os mais abundantes,

situados paralelos às fibras (Enoka, 2000; Foss & Keteyian, 2000), com formato fusiforme e composto por quatro a dez fibras musculares – fibras intrafusais estriadas (Willmore, Costill, & Kenney, 2010). Estes têm como função fornecer informação sensorial quando ocorre alteração no comprimento e na tensão das fibras musculares, tendo como resposta principal responder à distensão imposta a um músculo gerando uma acção reflexa para iniciar uma poderosa contracção muscular para diminuir a distensão (Mcardle et al., 1998). Auxilia, também, na regulação do movimento e na sua manutenção de postura, detectando e informando o SNC das alterações do comprimento das fibras musculares esqueléticas através do reflexo do estiramento (Powers & Howley, 2000), reside na capacidade de identificar, de responder e de controlar as mudanças no comprimento das fibras extrafusais através do estiramento (Mcardle et al., 1998). Este reflexo (reflexo de estiramento) é activado quando um músculo é sujeito a um alongamento excitando os sensores nervosos que por sua vez enviam impulsos até à espinal medula onde se conecta com interneurónios e guiam um potencial excitatório que é levado de volta para o músculo por meio de motoneurónios fazendo com que estes se contraíam para se contrapor ao alongamento inicial (Hamil & Knutzen, 1999; Mcardle et al., 1998; Powers & Howley, 2000).

Referente aos órgãos tendinosos de Golgi, estes são receptores sensitivos encapsulados nas suas fibras tendinosas, localizando-se nos tendões ou na junção musculotendinosa, envolvidos por fascículos de colagénio em forma de fuso e estão ligados directamente às fibras extrafusais dos músculos (Enoka, 2000; Foss & Keteyian, 2000; Willmore et al., 2010). Os OTG possuem conexão aferente (Enoka, 2000). A região do neurónio aferente situa-se encapsulado e distribui-se em ramificação para envolver vários cordões de colagénio localizados na aponevrose. Acredita-se que sejam em torno de dez fibras musculares que estejam encapsuladas, e que cada uma dessas fibras musculares tenha a sua inervação por diferentes motoneurónios alfa. São mais sensíveis à tensão muscular activa, como na contracção muscular, do que ao estiramento passivo de um músculo, podendo responder à contracção de apenas uma fibra (Willmore et al., 2010). Quando a fibra de colagénio é

comprimida por contracção ou estiramento passivo do músculo, as terminações nervosas geram impulsos sensoriais proporcionais à quantidade de deformação criada (Hamil & Knutzen, 1999). Estes impulsos sensoriais são levados até à espinal medula através de neurónios aferentes grossos de condução rápida, excitando os interneurónios inibitórios, que agem sobre os motoneurónios alfa do mesmo músculo, relaxando-os e limitando a força desenvolvida em relação àquela que pode ser gerada sem a possibilidade de ocorrer alguma lesão nos tecidos sobtensão (Bagrichevsky, 2001). Este mecanismo conhecido como reflexo de estiramento inverso ou inibição reflexa é possível porque os órgãos tendinosos de Golgi medem a carga que está a ser suportada em série com as fibras musculares (Mcardle et al., 1998; Powers & Howley, 2000). Têm como função fornecer um *feedback* sobre a tensão gerada no músculo activo, dar protecção aos músculos e ao seu redor de tecido conjuntivo contra lesões que possam ocorrer por uma sobrecarga excessiva, ou seja, uma mudança excessiva na tensão muscular, aumentando a activação dos sensores de Golgi, fazendo com que diminua a actividade dos motoneurónios, reduzindo, assim, a força (Mcardle et al., 1998).

1.2.2 Avaliação da propriocepção

Os métodos para testar a propriocepção envolve o uso de métodos similares aos usados por Goldsheider para determinar o limiar mínimo da detecção do movimento articular e o uso de métodos para produzir a SPA medida pela precisão de reposicionamento do membro para uma posição alvo sem o auxílio da visão (Ashton-Miller, Wojtys, Huston, & Frywelch, 2001).

Contudo, a propriocepção e o controlo neuromuscular podem ser avaliados por meio de medição das vias aferentes - avaliada pela medição de cinestesia articular e da SPA (Riemann & Lephart, 2002; Rozzi et al., 2000), e eferentes - avaliada por meio de medição do equilíbrio e da actividade muscular; é, também, avaliada através da reprodução activa ou passiva de um ângulo (SPA) (Rozzi et al., 2000). Os testes passivos podem ser usados para avaliar os mecanorreceptores articulares, enquanto que os testes activos avaliam os mecanorreceptores musculares, contudo, não é razoável esperar que os testes

activos isolem a actividade dos receptores musculares ou que os testes passivos isolem a actividade dos recptores articulares (Barret, Cobb, & Bentley, 1991; Lephart et al., 1997).

Quer se trate de testes de modo passivo, quer de testes activos, os sinais ou impulsos de origem tendinosa e articular serão em maior número sempre que o teste se aproxime do limiar articular, aumentando a capacidade de resposta dos receptores sensoriais (Riemann & Lephart, 2002).

Assim sendo, os mecanorreceptores musculares, os cutâneos e os articulares contribuem para a sensação de movimento, enquanto que a SPA, é, principalmente, sinalizada pelos mecanorreceptores cutâneos de adaptação lenta e aferências do fuso muscular, mas em movimentos multiarticulares, no entanto, a contribuição dos receptores articulares e cutâneos não pode ser menosprezada (Forestier et al., 2002; Lephart & Fu, 2000).

A avaliação da propriocepção consiste em três processos distintos: a estabilometria, os testes de reposicionamento linear e angular, e os testes de velocidade ou aceleração articular (Barreiros, 1995).

1.2.3 Sensação de posição articular

A propriocepção é uma especialização sensorial do indivíduo, que pode ser dividida em sensação de posição articular (SPA), isto é, reconhecimento e interpretação da informação sobre a posição articular e sua orientação no espaço, e em cinestesia que consiste na habilidade de reconhecer e interpretar os movimentos articulares (Fox, 2007; Kandel et al., 2003; Schummay-Cook & Woolacott, 2002).

Contudo, este estudo será baseado na aplicação da sensação de posição articular. A SPA é uma das componentes da propriocepção (Bennell, Wee, Crossley, Stillman, & Hodges, 2005), e é definida como a capacidade de reproduzir ângulos articulares, a habilidade do indivíduo perceber o ângulo que lhe é apresentado, e depois do membro inferior ser deslocado, conseguir refazer o mesmo passiva ou activamente (Bouet & Gahéry, 2000; Kramer, Handfield, & Kiefer, 1997; Rozzi et al., 2000).

A SPA é a consciência da posição articular e determina a capacidade do sujeito compreender um determinado ângulo articular que depois de removido será activa ou passivamente, em CCA ou CCF, reproduzido pelo sujeito. Esta avaliação aproxima-se mais da função do sistema proprioceptivo no dia-a-dia. Em estudos realizados, diversos autores aconselharam a avaliação da sensação de posição articular por reposição articular activa em detrimento da passiva, porque é mais precisa e é o modo pelo qual o fuso muscular sinaliza mais activamente a sensação de posição (Forestier et al., 2002; S.C. Gandevia et al., 1995; McCloskey, 1978; Proske, 2005; Proske et al., 2000). Como referido anteriormente, a SPA é avaliada por estímulos eferentes através da medição do equilíbrio e da capacidade do indivíduo em manter ou repetir magnitudes de tensão muscular, o que determina directamente a resposta eferente à estimulação aferente (Rozzi et al., 2000).

A avaliação da SPA é feita através da medição do posicionamento passivo do segmento articular ou da reprodução activa desse posicionamento. E existem vários testes que se podem realizar para o seu estudo, nomeadamente, o teste de posicionamento activo com reposicionamento activo ipsilateral, o teste activo com reposicionamento activo contralateral, o teste passivo com reposicionamento passivo ipsilateral, o teste activo-assistido com reposicionamento ipsilateral e ainda o teste passivo com resposta descritiva verbal (Stillman, 2000). Neste tipo de avaliação são utilizados mecanismos motorizados de mobilização articular ligados a sistemas informáticos que permitem a detecção e registo das variáveis em estudo (Lephart et al., 1997).

1.3 Fadiga

A fadiga é defenida como qualquer redução na capacidade do sistema neuromuscular de gerar força, assim como, o resultado da falha de qualquer um dos processos envolvidos na contracção muscular (Asmussen, 1993; Bigland-Ritchie & Woods, 1984; Enoka & Stuart, 1992; Green, 1995, 1997). A deterioração do desempenho mecânico é o ponto determinante do “ponto de fadiga” em que o músculo nao é mais capaz de sustentar um nível de força

desejado (Mertelli, Anafnitz, & De Luca, 1992; Mertelli & Lo Conte, 1997; Mertelli, Lo Conte, & Orizo, 1991; Mertelli & Parker, 2004).

A fadiga é definida como a incapacidade aguda no desempenho, acompanhado por um aumento do esforço para exercer uma força desejável e uma eventual incapacidade para produzir essa força (Enoka & Stuart, 1992). A força muscular, a taxa de produção de força, a potência e a velocidade de encurtamento estão diminuídas e as suas manifestações estão associadas ao declínio da força muscular gerada durante e após o exercício submáximo e máximo, à incapacidade de manter uma determinada intensidade de exercício no tempo, diminuição da velocidade de contracção e aumento do tempo de relaxamento muscular (Allen, Lannergren, & Westerblad, 1995; Davis & Bailey, 1997; McKenna, 1992; Newsholme, Blomstrand, & Ekblom, 1992; Pagala, Ravindran, Amaladevi, Namba, & Grob, 1994; Sahlin, 1992).

A nível fisiológico, a fadiga advém de deficiências na libertação de cálcio do retículo sarcoplasmático (RS), deficiência na síntese ou libertação de acetilcolina, ou deficiência nos filamentos contrácteis (Duarte, Dias, & Melo, 2008; Gibson, Lambert, & Noakes, 2001), induzindo a uma menor produção de força e uma recuperação mais lenta, causadas por problemas na activação eléctrica do músculo e defeito no acoplamento excitação-contracção ou no processo contráctil (Bertuzzi, Franchini, & Kiss, 2004), se for na contracção muscular, esta provoca alterações no *input* cortical, na *drive* excitatória para o neurónio motor, na excitabilidade do neurónio motor, na transmissão da junção neuromuscular na excitabilidade do sarcolema, na ligação excitação-contracção, no complexo miofibrilar ou nas fontes de energia (S.C. Gandevia et al., 1995). Quando leva à inibição da célula nervosa, a contracção muscular é mais lenta e mais fraca, fazendo com que a activação eléctrica do SNC seja responsável pelo número de unidades motoras (UM) recrutadas e pela força de contracção. O recrutamento de U.M. diminui à medida que a fadiga aumenta (Bompa, 2001).

A fadiga é dividida em dois subtipos, a fadiga central e fadiga periférica. A fadiga central ocorre acima da junção neuromuscular e é descrita como a

“redução progressiva na activação muscular voluntária induzida pelo exercício”, ou como uma falha voluntária ou involuntária na condução do impulso que promove uma redução do número de unidades motoras activas e uma diminuição da frequência de disparo dos motoneurónios (Davis & Bailey, 1997; S.C. Gandevia et al., 1995; Stackhouse, Dean, Lee, & Binder-Macload, 2000; Sunnerhagen et al., 2000).

Existe um *feedback* sensorial que inibe a taxa de descarga dos motoneurónios durante a fadiga (Davis & Bailey, 1997; S. C. Gandevia, 2001), pode resultar de um mecanismo de *feedback* reflexo proveniente dos mecanorreceptores – fusos musculares e/ou órgãos tendinosos de Golgi, ou terminações nervosas do tipo III e IV (Davis & Bailey, 1997; S. C. Gandevia, 2001) e há uma diminuição da actividade cortical, na condução corticoespinal do impulso nervoso, bem como na activação de áreas cerebrais conducentes à maior produção de dopamina (Davis & Bailey, 1997; Taylor, Allen, Butler, & Gandevia, 2000). Há alterações do *input* neural que chega ao músculo, e é traduzido por uma redução progressiva da velocidade e frequência de condução do impulso voluntário aos motoneurónios durante o exercício (Davis, 1995; Davis & Bailey, 1997; Fitts & Metzger, 1988).

Relativamente à fadiga periférica, definem-na como uma falha ou limitação de um ou mais processos na unidade motora, isto é, nos neurónios motores, nos nervos periféricos, nas ligações neuromusculares ou nas fibras musculares (Santos, Dezan, & Sarraf, 2003); é uma falha na transmissão do estímulo na junção neuromuscular, na activação do sarcolema, na condução do potencial de acção ao longo da membrana muscular e no sistema dos túbulos transversais ou na libertação de cálcio pelo RS, ligação do cálcio à troponina C, interações de actina-miosina durante o ciclo de pontes cruzadas – captação activa do cálcio pelo RS (Diefenthaler & Vaz, 2008; Enoka & Stuart, 1992; Noakes, Gibson, & Lambert, 2004; Rossi & Tirapegui, 1999).

A fadiga periférica provoca uma alteração da homeostasia no próprio musculoesquelético, independentemente da velocidade de condução do impulso neural (Davis & Bailey, 1997; Fitts & Metzger, 1988); resultado de

alterações localizadas abaixo da junção neuromuscular e que envolvem o músculo e os mecanismos contrácteis, (Davis & Bailey, 1997), resultando na diminuição da eficiência das unidades contrácteis do músculo (S.C. Gandevia et al., 1995).

A fadiga periférica ocorre devido às alterações de pH, da temperatura, do fluxo sanguíneo, da acumulação de produtos do metabolismo celular resultantes da hidrólise do ATP (Ascenção, Magalhães, Oliveira, Duarte, & Soares, 2003); da perda da homeostasia do cálcio, da lesão muscular local e o papel da cinética de alguns iões nos meios intra e extracelulares (sódio, potássio, cloro e magnésio); outras alterações que podem ocorrer, tais como, a diminuição da concentração de cálcio intracelular ou membranoplasmática por alteração das propriedades funcionais do RS; o incremento das concentrações intramusculares do ácido láctico, especialmente em exercícios de curta duração e alta intensidade, a rápida dissociação do ácido láctico em lactato resulta no aumento das concentrações de hidrogénio e consequentemente na diminuição do pH (Sahlin, 1992).

1.3.1 Efeitos da fadiga na propriocepção

No que concerne a este tópico e de acordo com a literatura consultada, ainda não é consensual o efeito da fadiga sobre a propriocepção. Alguns autores advogam no sentido da existência de um efeito negativo da fadiga na propriocepção em diferentes articulações (Bjorklund, Crenshaw, Djupsjobacka, & Johansson, 2000; Blasler, James, & Laura, 1993; Boyas et al., 2011; Carpenter et al., 1998; Forestier et al., 2002; Huang et al., 2009; Ju, Wang, & Cheng, 2010; Kwon & Lee, 2013; Lattanzio, Petrella, Sproule, & Fowler, 1997; Lee et al., 2003; Morgan & Herrington, 2013; Pedersen, Lonn, Hellstrom, Djupsjobacka, & Johansson, 1999; Ribeiro, Venâncio, Quintas, & Oliveira, 2011; Skinner et al., 1986; Taimela, Kankaanpaa, & S., 1999; Tripp, Boswell, Gansneder, & Shultz, 2004; Voight et al., 1996; Wright & Arnold, 2012), por outro lado, outros autores são da opinião da inexistência de qualquer efeito da fadiga sobre a propriocepção (Gurney et al., 2000; Lattanzio & Petrella, 1998; Marks & Quinney, 1993; Miura et al., 2004; M. D. Sharpe & T. S. Miles, 1993;

Steib, Hentschke, Welsch, Pfeifer, & Zech, 2013; Sterne, Pincivero, & Lephart, 1998; Tiggelen, Coorevits, & Witvrouw, 2008; Vuillerme, Boisgontier, Chenu, Demongeot, & Payan, 2007). Para além desta questão e assumindo a existência de efeitos negativos, surge ainda outra, relacionada com a identificação e compreensão de quais as componentes da via proprioceptiva que poderão não actuar suficientemente bem na presença da fadiga. Assim como, quais os principais responsáveis pela diminuição na sensação proprioceptiva, se os receptores musculares, se os receptores articulares, se o sistema nervoso central ou ainda outros componentes.

Tem sido sugerido que a fadiga afecta a propriocepção, essa influência pode levar a um aumento da descarga dos fusos musculares, a alterações quer na coactivação alfa-gama, ou *drive* neural, (Balestra, Duchateau, & Hainaut, 1992; Macefield, Gandevia, & Burke, 1990), quer na perda ou diminuição dos *inputs* dos receptores musculares (Hiemstra et al., 2001). Desta forma, estes mecanismos podem ter como efeitos, a activação dos nociceptores pelos produtos metabólicos (bradicinina, ácido aracnóide, prostaglandina E₂, potássio e ácido láctico), no aumento da concentração de metabolitos e/ou substâncias inflamatórias no músculo (Pedersen, Ljubisavljevic, Bergenheim, & H., 1998), na incapacidade de uma articulação produzir reacções de activação muscular protectora (Balestra et al., 1992; Macefield et al., 1990; Schomburg, 1990) e, também, o *output* cortical inadequado (Forestier et al., 2002).

2 Metodologia

2.1 Desenho do Estudo

Este estudo é do tipo quasi-experimental, com um grupo único com avaliação pré e pós-treino.

2.2 Amostra

A selecção da amostra foi efectuada por conveniência, a partir da população dos jogadores da Liga Portuguesa de Futebol Americano, sendo a amostra constituída por atletas do Porto Renegades – Clube de Futebol Americano.

Inicialmente a amostra do estudo era constituída por trinta atletas de futebol americano, no entanto, apenas dezassete atletas foram incluídos, e excluídos treze atletas por não cumprirem os critérios de inclusão/exclusão. Sendo que destes, se excluíram três atletas por idade superior ao definido e dez por não atingirem o valor definido de fadiga.

2.2.1 Critérios de Inclusão e Exclusão

Foram incluídos na amostra, atletas do género masculino, praticantes de futebol americano da equipa Porto Renegades – Clube de Futebol Americano, com idade igual ou superior a dezoito anos (Lattanzio et al., 1997).

Foram excluídos da amostra atletas com idade superior a trinta e cinco anos, atletas que possuíssem patologia neurológica (Alzheimer, Parkinson, Acidente Vascular Cerebral com sequelas motoras ou sensoriais, etc), patologia cardiovascular e cardiorespiratória (Bullock-Saxton, Wong, & Hogan, 2001; Petrella, Lattanzio, & Nelson, 1997), consumo de álcool ou drogas (Bullock-Saxton et al., 2001), com história degenerativa articular (osteoartrite ou artrite reumatóide), com lesão no membro inferior (Bullock-Saxton et al., 2001; Miura

et al., 2004; Petrella et al., 1997), aquando da avaliação estivessem impedidos da prática desportiva ou de caminhar, que estivessem a tomar medicação e em processo de recuperação de lesão (Hughes, 1996). Bem como, todos os atletas que não obtivessem valores iguais ou superiores a quinze na Escala de Borg (Tripp, Yochem, & Uhl, 2007).

2.3 Ética de Investigação

Este estudo respeitou os conceitos e princípios éticos segundo a Declaração de Helsínquia, sendo mantida a confidencialidade dos dados. Inicialmente foi solicitada autorização e apresentado o objectivo do estudo por parte do orientador e da investigadora (Anexos VII e IX) ao clube Porto Renegades – Clube de Futebol Americano, com o intuito de avaliar o efeito da fadiga na sensação de posição articular da tibiotársica dos atletas de Futebol Americano. Posteriormente, todos os indivíduos tiveram acesso a um documento de apresentação do estudo, bem como o consentimento informado (anexo IX), que assinaram após a leitura dos documentos e de lhes ter sido dada a oportunidade de colocarem todas as questões que julgassem pertinentes. De seguida foi feita a avaliação em três fases, a primeira recorreu à aplicação de um questionário (Anexo X), no qual se pretendia seleccionar e caracterizar a amostra, a segunda fase corresponde à avaliação podológica (Anexo XI) e a terceira fase corresponde à avaliação da sensação de posição articular nos movimentos de flexão plantar e flexão dorsal nos momentos inicial e final, no qual se aplica a escala de Borg (Anexo XII) no final do exercício físico. O tratamento dos dados foi feito de forma anónima e confidencial, garantindo assim os pressupostos estabelecidos para manter a integridade dos indivíduos.

2.4 Materiais e Métodos

Para a realização deste estudo, foi utilizado um questionário para seleção e caracterização da amostra (Anexo X). Seguidamente, utilizou-se uma grelha de registo de dados observados (Anexo XI) relacionados com a avaliação

podológica do atleta. Utilizou-se ainda, a Escala de Borg (Anexo XII) no final do treino para avaliar o valor de fadiga, avaliando depois a SPA nos movimentos de flexão dorsal e plantar. Por fim, através do software SAPO[®] determinaram-se os ângulos obtidos no momento inicial e final da articulação tibiotársica nos movimentos de flexão dorsal e flexão plantar.

Os materiais utilizados para a recolha de informação foram, inicialmente, uma balança (KORONA[®], Reino Unido) para o peso e um estadiómetro (Leicester HR 001) para medição da altura, dados que foram utilizados para o cálculo do índice de massa corporal (IMC). Através dos dados referentes à altura e ao peso, observados, calculou-se o Índice de Massa Corporal (IMC), definido como o “padrão de medida internacional para identificar, da melhor maneira possível, o grau de obesidade de uma pessoa” (Mahan K. and Escott-Stump S., 2005). Foi calculado tendo por base a seguinte fórmula: $IMC = \text{Peso (Kg)}/\text{altura (m)}^2$, e os valores utilizados como referência foram: valores abaixo de 18,7 – abaixo do peso ideal; de 18,7 a 25 – peso ideal; de 25 a 29 – acima do peso; acima de 30 – obeso (Mahan & Escott-Stump, 2005).

Recorreu-se, para a análise podológica dos atletas, a uma marquesa (BodyChoice Eco-Basic[®]) e ao Podoscópio para classificar a morfologia do pé. Para a terceira fase do estudo, avaliação da SPA foi necessário uma câmara fotográfica Canon[®] PowerShot SX130 IS (Japão), 12.1 mega pixels, para fotografar a posição de teste pretendida, nos movimentos de flexão dorsal e de flexão plantar da articulação tibiotársica, um tripé para estabilização da máquina fotográfica, sendo esta colocada a uma distância de três metros do atleta a avaliar, uma marquesa portátil (BodyChoice Eco-Basic[®]) para o atleta se sentar, uma venda NIKKEN[®] (USA), de forma a retirar o *input* visual do atleta aquando da avaliação da SPA, uma tesouca da marca AESCULAP[®], fita adesiva de dupla face, quatro discos reflectores colados sobre a fita adesiva de dupla face, um goniómetro universal (Donjoy[®]) para a medição do ângulo da tibiotársica em posição neutra e, depois, na posição inicial e alvo do teste, tanto em flexão dorsal como em flexão plantar e uma escala de Borg (Anexo XII) numerada de seis a vinte para avaliar o grau de fadiga dos atletas após o

treino. Para a análise das fotografias e cálculo dos ângulos articulares avaliados foi utilizado o software SAPO®.

2.5 Procedimentos

Inicialmente foi necessário obter as autorizações da instituição e dos indivíduos dispostos a fazer parte do estudo, tendo-lhes sido explicado ao pormenor os objectivos e a finalidade do estudo (Anexos VII, VIII e IX). Posteriormente, cada atleta teve de preencher um consentimento informado, para assim poder observar e recolher todos os dados necessários (Anexo IX).

Seguidamente, submeteram-se aos atletas que aceitaram fazer parte do estudo a um breve questionário (Anexo X), o qual incluía questões referentes a dados sócio-demográficos, dados antropométricos, dados da sua actividade enquanto atleta de futebol americano e lesões ocorridas. Registou-se numa grelha de registo, os dados correspondentes à altura e ao peso de forma a calcular-se o IMC do atleta. Realizou-se ainda a caracterização da tipologia do pé, através da observação directa dos pés (Anexo XI), na qual podemos analisar e observar a morfologia, a impressão plantar e classificar o apoio do pé, utilizando o podoscópio. Os atletas continuaram em ortostatismo em cima do podoscópio para observar como se comporta o pé em carga, classificando-o em função da imagem reflectida pelo espelho e de acordo com a literatura (Fuente, 2003; Goldcher, 2007).

Para finalizar, foi feita a avaliação da sensação de posição articular (SPA) da tibiotársica antes e após o treino, no qual se avaliou o movimento de flexão dorsal e flexão plantar. O treino do Porto Renegades teve uma duração de 1h30mins, realizado no Parque da Cidade, o qual foi subdividido em três fases. Os atletas foram submetidos a um aquecimento de aproximadamente 20mins, no qual se incluem exercícios de corrida a diferentes velocidades e exercícios calisténicos. Seguidamente, os atletas foram divididos em dois grupos, *defensive* e *offensive*, fase do treino específico e referente à sua posição de jogo. Neste período de treino mais específico verifica-se um aumento da intensidade do mesmo, teve uma duração de 35mins. Para a *defense*, os

treinadores optaram por fazer alguns exercícios para os atletas testarem as suas capacidades de pés, reacção e leitura de jogo, utilizando muito a base de sustentação, o pé. Por isso mesmo, os atletas realizaram os exercícios *snake drill* (exercício de trabalho de pés, e sempre a alta intensidade), os exercícios *reaction drill* e *tackling drill*, este último exercício pode ser realizado num campo inteiro ou em roda, o qual consiste em os jogadores correrem e fazerem placagens. Relativamente ao treino da *offense*, os *receivers* treinavam juntamente com os *quarterbacks* realizando *route tree*, ou seja, exercícios de corrida com rotas, os jogadores de *backfield* (*runningbacks*), treinavam trabalho de arranque com sprint e os atletas da linha, *offensive linemen*, realizavam *foot work*, ou seja, trabalho de pés, no qual trabalhavam a agilidade, reacção e efeito de espelho. Para finalizar, os atletas realizavam *scrimmage* (jogo), tendo duração de 35mins, aproximadamente.

A avaliação da SPA foi realizada com o atleta sentado comodamente numa marquesa, com as pernas suspensas (Miura et al., 2004), em que foram colocados quatro marcadores de referência na face lateral do membro a avaliar, postos com fita adesiva de dupla face sobre a pele na região da cabeça do peróneo, do maléolo lateral, da face lateral do calcanhar e da quinta cabeça metatársica (Birmingham et al., 2001) e com uma venda de forma a remover o *input* visual (Boyle & Negus, 1998; Miura et al., 2004).

Em primeiro lugar, foi explicado e demonstrado com uma ou mais repetições práticas e com o auxílio da visão o teste a realizar e, após a familiarização do procedimento, foi feito uma vez com os olhos vendados o movimento de flexão dorsal. A manutenção da posição inicial por cinco segundos foi escolhida na base em que os testes de reposicionamento articular activo variam o tempo entre um a dez segundos, mantendo a posição antes de executar o movimento. Concluíram, assim, que o aumento do tempo precede o movimento de teste influenciando, negativamente, a reprodução da posição articular (Romero, Van Gemmert, Adler, Bekkering, & Stelmach, 2003).

Após 5 minutos, já com os olhos vendados e com a ajuda de um colaborador, mobilizou-se o pé do atleta, e passivamente realizou-se a flexão dorsal da

tibiotársica para a posição neutra. Com o goniómetro universal mediu-se o ângulo desde a posição neutra (noventa graus perna/pé) até à posição de teste escolhida, entre os zero e os dez graus de flexão dorsal (Khanmohammadi, Someh, & Ghafarinejad, 2011; Yokoyama, Matsusaka, Gamada, Ozaki, & Shindo, 2008), de forma a alcançar a posição alvo pretendida. A imagem da posição alvo foi obtida através da máquina fotográfica suportada por um tripé a uma distância de três metros. Foi solicitado ao atleta que mantivesse activamente o tornozelo na posição de teste sem assistência durante, aproximadamente, cinco segundos e nesse período foi-lhe pedido para “memorizar” a posição alvo do tornozelo. Seguidamente, o colaborador pegou no pé do atleta levando-o até à posição inicial de repouso. Foi então pedido ao sujeito para, activamente, realizar a flexão dorsal da tibiotársica até à posição de teste percebida e manter nessa posição de resposta durante três segundos fotografando-se novamente (Barrack, Skinner, & Buckley, 1989; Birmingham et al., 2001; Hoper, Whittington, & Chartier, 1997). No final dos cinco segundos, o sujeito regressou à posição de repouso e repetiu o reposicionamento em mais duas tentativas.

De seguida, realizou-se novamente o teste, no entanto, com o movimento de flexão plantar. Colocou-se a articulação da tibiotársica em posição neutra (noventa graus perna/pé) e com o goniómetro universal determinou-se a posição de teste inicial da tibiotársica (entre os zero e os vinte graus de flexão plantar) (Nakasa, Fukuhara, Adachi, & Ochi, 2008; Yokoyama et al., 2008), repetindo o processo mencionado para a flexão dorsal.

Depois de avaliar a sensação de posição articular inicial da tibiotársica, esperou-se que o treino de futebol americano terminasse para se aplicar a escala de Borg (Anexo XII), de forma a validar o grau de fadiga do atleta. Esta escala reflecte a interacção das respostas fisiológicas com a percepção psicológica, tendo como objectivo poder classificar um determinado esforço (Borg, 1998). A escala é classificada de seis a vinte, em que o seis corresponde a “nada cansado” e o vinte corresponde a “extremamente cansado” (Robertson et al., 2004).

Após a aplicação da escala de Borg, voltou-se a avaliar a SPA pós-treino do movimento de flexão dorsal e de flexão plantar, seguindo o protocolo mencionado anteriormente para ambos os movimentos. Para esta mesma avaliação, foram avaliados no máximo dois atletas por treino de forma a que não houvesse tempo de recuperação total. Através do programa SAPO[®], as imagens foram analisadas de forma a obter os ângulos da posição alvo definida e das três tentativas realizadas pelo atleta de cada movimento aplicado. Para isso, foram traçadas duas linhas rectas, uma desde o ponto da cabeça do peróneo, passando pelo maléolo lateral até à face lateral do calcâneo e outra linha desde esse mesmo ponto até ao ponto da quinta cabeça metatársica, de forma a obter o ângulo inicial e os ângulos das três tentativas. Seguidamente calculou-se o erro relativo e absoluto de ambos os movimentos da tibiotársica e nos diferentes momentos de avaliação (Beynnon et al., 2000; Bullock-Saxton et al., 2001).

Relativamente ao erro relativo, é uma medida de precisão, na qual há uma diferença aritmética sinalizada entre a posição de teste e a posição de reposicionamento adoptada pelo sujeito. Contém a magnitude e direcção da informação e caracteriza o erro por sub ou sobre-estimação (Beynnon et al., 2000). A média do erro relativo após vários testes repetidos é uma medida de viés, representando a tendência para sob ou sobre-estimação, levando à dependência da relação entre a posição inicial, posição de teste e posição de reposicionamento. A sob ou sobre-estimação são concebidas por ângulos com sinal negativo e positivo respectivamente (Francisco, 2008). O erro relativo foi obtido pela diferença do ângulo da posição alvo menos o ângulo da posição obtida pelo atleta. Esta diferença foi calculada de forma a obter a média dos valores obtidos do erro relativo nas três tentativas da posição alvo nos dois movimentos analisados. Referente ao erro absoluto, este compreende a magnitude de erro e representa a capacidade de reprodução de determinado ângulo articular, não podendo ser utilizado para perceber se a amostra faz sob-estimação ou sobre-estimação do ângulo pretendido (Beynnon et al., 2000). O erro absoluto não mostra viés direccionado (Francisco, 2008).

2.6 Procedimentos Estatísticos

Para o tratamento estatístico dos dados utilizou-se o programa informático Statistical Package for Social Sciences - versão 21 (IBM SPSS Statistics 21.0, Chicago, Estados Unidos da América). O nível de significância utilizado foi fixado em $p < 0,05$ (intervalo de confiança de 95%).

Os testes de hipóteses foram antecedidos da análise exploratória para avaliar a normalidade da distribuição amostral através do teste de *Shapiro-Wilk* (Maroco, 2003). Uma vez que os dados seguiram uma distribuição normal e não se verificaram a presença de *outliers*, recorreu-se para a descrição das variáveis, à média como medida de tendência central e ao desvio padrão como medida de dispersão.

Para a comparação entre os dois momentos de avaliação (pré e pós-treino) recorreu-se ao Teste T-Student emparelhado, bem como para as comparações intragrupo, no que respeita ao estudo das posições em jogo, *Offensive* e *Defensive*, relativamente ao erro relativo da flexão plantar inicial e final, e da flexão dorsal inicial e plantar, assim como para os valores do erro absoluto da flexão plantar e flexão dorsal inicial e final. Para comparações intergrupais, da idade, do peso, da altura do atleta, do IMC e os valores dos erros relativo e absoluto dos movimentos de flexão dorsal e plantar no momento inicial, bem como das diferenças dos erros relativo e absoluto da flexão plantar e flexão dorsal utilizou-se o Teste T-Student para amostras independentes.

3 Resultados

Neste capítulo apresentamos os resultados do estudo realizado, em forma de tabelas e gráficos.

A Tabela 1 apresenta os dados referentes às características gerais da equipa Porto Renegades – Clube de Futebol Americano, nomeadamente a idade (anos), o peso (Kg), a altura (cm), o IMC (Kg/m²) e os valores de Escala de Borg pós-treino.

Tabela 1 – Valores médios e desvio padrão da idade do atleta, do peso do atleta, da altura do atleta e do índice de massa corporal da equipa Porto Renegades e da sua divisão em *offensive team* e *defensive team*.

| | Posição de Jogo | | |
|---|------------------------|--------------------------|---------------------------|
| | <i>Porto Renegades</i> | <i>Offensive</i> (n = 5) | <i>Defensive</i> (n = 12) |
| Idade do Atleta (anos) | 23 ± 2,6 | 25 ± 3,7 | 22 ± 1,7 |
| Peso do Atleta (Kg) | 84,7 ± 15,1 | 93,4 ± 23,5 | 81,1 ± 9,0 |
| Altura do Atleta (cm) | 176,7 ± 5,8 | 178,4 ± 6,2 | 176,0 ± 5,7 |
| Índice de Massa Corporal (Kg/m ²) | 26,9 ± 4,3 | 28,5 ± 6,4 | 26,2 ± 3,3 |
| Escala de Borg pós-treino | 15,9 ± 0,9 | 15,8 ± 0,8 | 16 ± 1,0 |

Através da análise da Tabela 1, podemos observar que os atletas do Porto Renegades atingiram a fadiga, valores estes, obtidos pela Escala de Borg, e comparativamente às equipas *offensive* e *defensive* não se verificaram diferenças estatisticamente significativas.

Apresentamos na Figura 1, a percentagem da morfologia do pé do lado dominante dos atletas dos Porto Renegades – Clube de Futebol Americano.

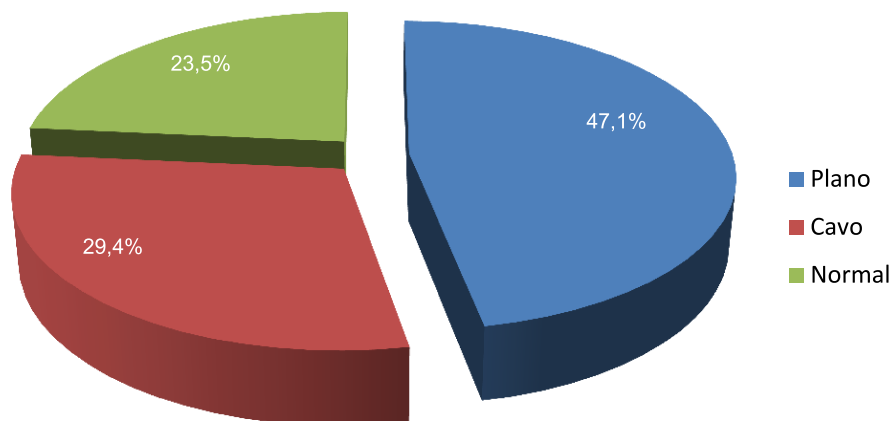


Figura 1 – Gráfico do tipo de pé do lado dominante, em percentagem, dos atletas do Porto Renegades.

Na análise da Figura 1, verificamos que há uma predominância maior referente ao Pé Plano dos atletas do Porto Renegades, com 47,1%.

A Tabela 2, são apresentados os valores de média e desvio padrão, em graus, do erro relativo e erro absoluto da flexão plantar e da flexão dorsal nos momentos iniciais e finais da sensação de posição articular da tibiotalar da equipa Porto Renegades.

Tabela 2 – Valores médios e desvio padrão, em graus, do erro relativo da flexão plantar e da flexão dorsal e do erro absoluto da flexão plantar e flexão dorsal inicial e final da equipa Porto Renegades e o valor de *p*.

| | Nº total de atletas (n = 17) | | |
|--------------------------------------|------------------------------|--------------|----------|
| | <i>Inicial</i> | <i>Final</i> | <i>P</i> |
| Erro Relativo Flexão Plantar (graus) | -0,1 ± 4,7 | -0,4 ± 4,9 | 0,817 |
| Erro Relativo Flexão Dorsal (graus) | 1,2 ± 4,7 | -0,2 ± 4,3 | 0,724 |
| Erro Absoluto Flexão Plantar (graus) | 3,6 ± 2,9 | 3,8 ± 3,0 | 0,308 |
| Erro Absoluto Flexão Dorsal (graus) | 4,2 ± 2,2 | 3,3 ± 2,6 | 0,364 |

Podemos verificar através da análise da Tabela 2, que não se verificaram diferenças estatisticamente significativas na comparação dos valores do erro relativo da flexão plantar inicial e final e da flexão dorsal entre o momento inicial e final.

Tabela 3 – Valores médios e desvio padrão, em graus, do erro relativo da flexão plantar e da flexão dorsal e do erro absoluto da flexão plantar e flexão dorsal inicial e final, da *offensive team* e *defensive team*.

| | Posição de Jogo | | | |
|--------------------------------------|--------------------------|--------------|---------------------------|--------------|
| | <i>Offensive</i> (n = 5) | | <i>Defensive</i> (n = 12) | |
| | <i>Inicial</i> | <i>Final</i> | <i>Inicial</i> | <i>Final</i> |
| Erro Relativo Flexão Plantar (graus) | 2,4 ± 6,2 | 1,8 ± 3,9 | -1,1 ± 3,8 | -1,2 ± 5,1 |
| Erro Relativo Flexão Dorsal (graus) | 0,8 ± 4,9 | -0,1 ± 5,9 | 1,3 ± 4,8 | -0,2 ± 3,8 |
| Erro Absoluto Flexão Plantar (graus) | 5 ± 3,9 | 3,4 ± 2,4 | 3,1 ± 2,3 | 4 ± 3,2 |
| Erro Absoluto Flexão Dorsal (graus) | 3,9 ± 2,3 | 4,3 ± 3,4 | 4,3 ± 2,2 | 2,9 ± 2,2 |

Através da análise da Tabela 3, verificamos que não ocorreram diferenças estatisticamente significativas nos erros absolutos e relativos da flexão dorsal e plantar dos atletas da *offensive team* e da *defensive team*.

Na Tabela 4 apresentamos os valores da média e desvio padrão, em graus, da diferença do erro relativo e do erro absoluto nos movimentos de flexão plantar e flexão dorsal, de acordo com a posição de jogo, *offensive* e *defensive*.

Tabela 4 – Valores médios e desvio padrão, em graus, da diferença do erro relativo da flexão plantar e flexão dorsal e da diferença do erro absoluto da flexão dorsal e flexão plantar dos jogadores da *Offensive team* e *Defensive team*.

| | Posição de Jogo | |
|--|--------------------------|---------------------------|
| | <i>Offensive</i> (n = 5) | <i>Defensive</i> (n = 12) |
| Diferença Erro Relativo Flexão Plantar (graus) | 4 ± 3,03 | 3 ± 3,9 |
| Diferença Erro Relativo Flexão Dorsal (graus) | 6,9 ± 2,9 | 3,4 ± 2,5 |
| Diferença Erro Absoluto Flexão Plantar (graus) | 2,6 ± 1,6 | 1,8 ± 1,1 |
| Diferença Erro Absoluto Flexão Dorsal (graus) | 3,8 ± 2,6 | 2,9 ± 2,2 |

Na análise da Tabela 4, verificamos que não houve diferenças estatisticamente significativas.

4 Discussão

Neste capítulo iniciamos a discussão da metodologia e dos resultados obtidos.

Relativamente à metodologia utilizada é importante referir alguns aspectos.

A investigação na temática fadiga vs propriocepção é extensa. Contudo, constatamos diferenças acentuadas nas características dos estudos, quer a nível metodológico, quer ao nível da avaliação da propriocepção, quer ao nível dos protocolos de fadiga ou o tipo de amostra e, ainda, a articulação avaliada.

O presente estudo foi realizado em época de treino. De certa forma, um dos factores para esta decisão foi o facto de não haver jogos com tanta frequência como nos outros desportos, e, também, pela duração do mesmo. O facto de o jogo ter uma duração, aproximadamente, de três horas poderia influenciar nos resultados, isto porque existem algumas interrupções durante o jogo, nomeadamente os tempos pedidos pelos treinadores, às trocas sucessivas entre *Offensive team* e *Defensive team*, e, principalmente, pela paragem no intervalo de quinze minutos entre a primeira e a segunda parte do jogo. Desta forma, se a avaliação fosse feita no final dos jogos, os atletas poderiam não estar com os valores de fadiga pretendidos para a avaliação (como se verifica nos critérios de inclusão/exclusão), e assim o tempo de recuperação de fadiga após o jogo ser atingido na totalidade. Relativamente a este parâmetro, alguns autores sugerem que a recuperação do torque muscular é estabelecida de forma rápida e que após trinta segundos a recuperação média é de sessenta e nove por cento do valor do torque inicial e aos sessenta segundos aumenta para setenta e cinco por cento. Após o terceiro e quarto minutos, a recuperação encontra-se na ordem dos noventa e cinco por cento, enquanto que os cem por cento são atingidos em média, após dez minutos, dependendo do tipo de contracções musculares que tenham sido efectuadas (Sinacore, Bander, & Delitto, 1994; Skinner et al., 1986). Desta forma, para não haver recuperação total de fadiga, foram avaliados no máximo dois atletas no final de cada treino, salientando que os treinos foram estruturados com características iguais para

que todos os atletas fossem avaliados com os mesmos protocolos de fadiga. Por estes mesmos motivos, a investigação foi realizada antes e após o treino.

No que diz respeito ao método escolhido para a avaliação da SPA, existem vários métodos, tais como: o sistema de vídeo de medida ou cinemetria, isto é, análise de parâmetros cinemáticos como a posição, a orientação e a aceleração, tendo por base a recolha de imagens do movimento em estudo e a sua posterior análise. Alguns autores para o seu estudo utilizaram duas câmaras, no entanto, há um autor que prefere utilizar uma câmara, por exemplo, (Selfe, 1998). As câmaras são colocadas directamente em ângulo recto ao plano do movimento a avaliar (Bullock-Saxton et al., 2001), e as imagens obtidas são digitalizadas a uma frequência 50Hz, o que perfaz dezasseis imagens consecutivas. Os dados obtidos são filtrados através de um programa específico, por exemplo, o APAS (Ariel Performance Analysis System) (Ribeiro & Oliveira, 2005). Podemos, ainda, referir o protocolo isocinético *standard*, através do dinamómetro isocinético, onde se avalia o desempenho muscular (Davies & Heidercheit, 2003), permitindo mensurar diferentes parâmetros físicos do desempenho muscular como o torque, o trabalho total, a potência e a taxa de fadiga (L. E. Brown, 2001; Dvir, 2002), este método permite avaliar a SPA, o qual foi utilizado para estudar a SPA do joelho (Ribeiro et al., 2011). Mencionamos, também, a electrogoniometria (Beynnon et al., 2000), onde o electrogoniómetro é colocado e fixado com adesivo no eixo da articulação a estudar captando o ângulo. Estes testes normalmente são utilizados no teste de reposicionamento passivo. No entanto, a opção escolhida para a avaliação da SPA foi a fotografia (Nasseri, Hadian, Bagheri, Talebian, & Olyaei, 2007), em que consistiu numa avaliação feita no local de treino, onde a máquina fotográfica (Canon®) era suportada por um tripé a três metros do atleta a analisar, é uma técnica fácil de trabalhar e não implica levar nenhum instrumento para descarregar na hora e no local as imagens obtidas, enquanto que os métodos anteriormente explicados são feitos em laboratório, os quais requerem muito tempo para a transformação da imagem, assim como para a determinação dos resultados.

Embora pareça existir alguma incerteza sobre qual o método mais preciso para a avaliação da SPA, activa ou passivamente (Hoper et al., 1997), neste estudo optou-se pela reposição articular activa, uma vez que propicia maior actividade muscular, logo, maior acção dos fusos neuromusculares (Lonn, Crenshaw, Djupsjobacka, Pedersen, & Johansson, 2000; Miura et al., 2004; Paillard & Bouchon, 1974; Pickard, Sullivan, Allison, & Singer, 2003). Por um lado a literatura suporta e defende a contracção muscular na determinação da SPA sugerindo que o reposicionamento activo deve ser escolhido em detrimento do passivo, activando-se os mecanoreceptores musculares, possibilitando a precisão na SPA (Miura et al., 2004; Paillard & Bouchon, 1974; Pickard et al., 2003) e apresentar resultados de maior relevância funcional (Visser & Geuze, 2000).

Após uma breve discussão sobre a metodologia utilizada nesta investigação, iniciamos, assim, a discussão dos resultados obtidos.

No que diz respeito aos valores obtidos referentes à caracterização da amostra, temos presentes os valores médios e desvio padrão da idade, do peso, da altura, do índice de massa corporal dos jogadores e dos valores obtidos na Escala de Borg aplicada pós-treino, da equipa Porto Renegades e, também, da *Offensive team* e *Defensive team*, no qual pudémos verificar que a *Offensive team* tinha uma média de idades mais elevada (25 anos) em relação à *Defensive team* (22 anos), assim como a média do peso e da altura, no entanto, não se verifica diferenças estatisticamente significativas. Nos dados do Índice de Massa Corporal, embora a *Offensive team* tenha um valor mais elevado (28,5), as duas equipas estão acima dos parâmetros ideais (valores de 18,7 e 25) (Mahan K. and Escott-Stump S., 2005). Estes valores são explicados pela estrutura física dos atletas avaliados, isto é, são atletas fisicamente fortes, nomeadamente o peso e a força (Waston, 1993).

No que diz respeito à morfologia do pé, não foram encontrados até ao momento nenhum estudo que especificasse bem esta questão. Assim, fizemos um levantamento dos dados para posteriormente poder analisar melhor toda

esta informação. Posto isto, pudémos verificar que a morfologia do pé com maior incidência foi o pé plano (47,1%) No entanto, tal como já foi mencionado, cada modalidade desportiva tem características específicas, porém não foram encontrados estudos que falassem deste parâmetro concretamente no Futebol Americano.

Nós especulamos que a fadiga muscular que decorre no exercício repetido promove alterações na sensibilidade do fuso muscular originando distúrbios na sua função e, conseqüentemente, erros na SPA. Alguns autores sustentam a possibilidade de uma melhoria da propriocepção após o exercício (J. P. Brown & Bowyer, 2002). Estes autores referem que após realização de testes dinâmicos (de carácter proprioceptivo), e não obstante da existência de fadiga muscular, a tibiotársica apresenta maior estabilidade após o exercício.

A fadiga muscular altera a sensibilidade do fuso muscular e desta forma diminui o *feedback* aferente ao SNC (Voight et al., 1996). Esta dessensibilização do fuso pode ser explicada pelo aumento da concentração intramuscular do ácido láctico, bradicinina, serotonina, potássio e ácido aracnóide (Pedersen et al., 1999). Estas substâncias têm impacto directo no padrão de descarga do fuso, aumentando o seu limiar, e conseqüentemente alterando a co-activação alfa-gama (Pedersen et al., 1999). Vários autores colocam a hipótese da não existência de um mecanismo compensatório, capaz de colmatar a diminuição da informação dos mecanorreceptores localizados na cápsula articular, ligamentos e pele (Miura et al., 2004). A importância dos músculos é fundamental, nomeadamente os sinergistas e acessórios, pois actuam como compensadores e auxiliares dos músculos principais em situação de fadiga, o que pode, também, explicar a ausência de alterações significativas da acuidade proprioceptiva (Bjorklund et al., 2000).

No que diz respeito aos resultados observados neste estudo, nos erros relativos e erros absolutos da flexão plantar e flexão dorsal, podemos verificar que após o treino, no qual se induziu fadiga muscular, há diminuição da SPA do grupo *offensive* e do grupo *defensive*, não se verificando diferenças estatisticamente significativas. Estes resultados vão de encontro com o estudo

de alguns autores, no qual verificaram que a fadiga não influenciava a SPA durante a flexão dorsal e a flexão plantar da tibiotalar (TT) (Gurney et al., 2000; Huston, Sandrey, Lively, & Kotsko, 2005). Uma das explicações possíveis para estes resultados é decorrente de haver uma grande variabilidade na capacidade dos sujeitos para posicionar o tornozelo a um ângulo similar entre os dois testes, independentemente de haver ou não fadiga (Gurney et al., 2000). Outra explicação relaciona-se com o fuso neuromuscular no tornozelo não fatigar, juntamente com o músculo antagonista, mesmo havendo fadiga significativa no motoneurônio, o sistema aferente pode ficar intacto (Gurney et al., 2000). Outra explicação é a possibilidade de embora os flexores dorsais e os flexores plantares mostrarem fadiga significativa, grupos musculares, tais como os evertores, não fatigam completamente, são capazes de transmitir as informações proprioceptivas suficientes de forma a compensar os músculos fatigados. Existe, ainda, a possibilidade de o tornozelo estar mais dependente dos ligamentos e das cápsulas (componentes da propriocepção), que o ombro e o joelho (Gurney et al., 2000).

Num estudo de vinte e sete indivíduos a SPA em situações de fadiga local através de um protocolo de força isocinética dos músculos extensores do joelho, não foi encontrada diferenças estatisticamente significativas de propriocepção após o protocolo (Miura et al., 2004). Segundo este mesmo autor, o efeito da fadiga na propriocepção do joelho pode ter sido afetada pela diferença de protocolos de fadiga, ou se a carga é local ou geral. Sendo a carga local ser destinada para produzir fadiga local no joelho, esta pode causar disfunção dos mecanorreceptores musculares. No entanto, no seu estudo, a capacidade de reprodução diminuiu após a carga geral, não pela perda dos sinais aferentes periféricos, mas, especialmente, pela deficiência central do processamento dos sinais proprioceptivos. Vários autores, ao estudarem a SPA do ombro após o exercício de curta duração e de alta intensidade, não verificaram diferenças significativas (Sterner, Pincivero, & Lephart, 1998). No entanto, há estudos que não corroboram os resultados obtidos. Num estudo de onze atletas de alta competição, na articulação do joelho (Lattanzio et al., 1997; Skinner et al., 1986) e, na articulação do ombro (Lee et al., 2003; Voight et al.,

1996), encontraram uma diminuição estatisticamente significativa na capacidade de reprodução do ângulo articular depois de um protocolo de fadiga, que constitui em exercícios de corrida em dinamómetro isocinético. Alguns autores chegaram à conclusão que a fadiga não altera a acuidade proprioceptiva da articulação do joelho (Marks & Quinney, 1993; Miura et al., 2004; Ribeiro & Oliveira, 2005).

Na análise da diferença dos erros relativos e absolutos dos movimentos de flexão plantar e flexão dorsal nos momentos inicial e final podemos observar que os atletas do Porto Renegades – Clube de Futebol Americano sobrestimam a posição alvo desejada, sendo mais incidente na *Offensive team*. Estes resultados, apesar de serem numa articulação diferente, vão de encontro com alguns estudos (Givoni, Pham, Allen, & Proske, 2007; Paschalis et al., 2007). Uma das explicações para a sobrestimação da posição alvo pode ser explicada em parte pela contração isométrica a que os indivíduos são sujeitos para manter a posição durante cinco segundo, sem o contacto do examinador. Após uma contração isométrica a sensibilização dos fusos musculares aumenta no músculo do membro inferior que realizou a extensão, aumentando, também, a sensibilidade do reflexo de estiramento, existindo unanimidade dos autores (Francisco, 2008; Hagbarth, Bongiovanni, & Nordin, 1995; Proske, Morgan, & Gregory, 1992; Ribeiro, Mota, & J., 2007; Ribot-Ciscar & Roll, 1998). Esta investigação compreendeu alguns aspectos que poderão ter limitado os resultados obtidos relativos à sensação de posição articular da tibiotársica.

Desta forma podemos referir o tamanho amostral como limitação, visto esta ser pequena (n=17), a temperatura ambiente, nomeadamente, o frio, pois é responsável pelo aumento do tónus muscular (Delisa, Currie, & Gans, 1992; Holey & Cook, 2003) e o tempo de recuperação (Forestier et al., 2002).

Em futuras investigações dever-se-á optar por uma amostra com um número maior de indivíduos, avaliar quer nos movimentos de flexão dorsal e plantar, assim como nos movimentos de inversão e eversão em cadeia cinética aberta

em reposicionamento articular activo, de forma a comparar os dois grupos de movimentos, e avaliar a SPA na componente de jogo.

5 Conclusão

Após a análise dos resultados podemos concluir com o presente estudo, relativamente aos indivíduos desta amostra, que:

A fadiga muscular não altera significativamente a sensação de posição articular da tibiotársica nos movimentos de flexão plantar e flexão dorsal.

6 Referências bibliográficas

- Allen, D., Lannergren, J., & Westerblad, H. (1995). Muscle cell function during prolonged activity: cellular mechanisms of fatigue. *Experimental Physiology*, 80(4), 497-527.
- Andrews, J., Harrelson, G., & Wilk, K. (2000). *Reabilitação física das Lesões Desportivas* (2 ed.). Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.
- Arolainen, T., & Vartia, E. (1987). *Jenkkifutis - Amerikkalainen Jalkapallo*: Wsoy.
- Ascensão, A., Magalhães, J., Oliveira, J., Duarte, J., & Soares, J. (2003). Fisiologia da fadiga muscular. Delimitação conceptual, modelos de estudo e mecanismos de fadiga de origem central e periférica. *Revista Portuguesa de Ciências de Desporto*, 3, 108-123.
- Ashton-Miller, J. A., Wojtys, E. M., Huston, L. J., & Frywelch, D. (2001). Can proprioception really be improved by exercises? *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 9(3), 128-136.
- Asmussen, E. (1993). Muscle fatigue. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 's, 25(4), 411-420.
- Association, A. F. C. (1999). *Offensive Football Strategies*. United States: Human Kinetics.
- Bacarin, T. A. (2004). Propriocepção na artroplastia total do joelho em idosos: revisão da literatura. *Revista de Fisioterapia da Universidade de São Paulo*, 11, 96-104.
- Backx, F. J. G., Beijer, H. J. M., Bol, E., & Erich, W. B. M. (1991). Injuries in high-risks persons and high-risk sports. A longitudinal study of 1818 school children. *American Journal of Sports Medicine*, 19(2), 124-130.
- Bagrichevsky, M. (2001). Os efeitos dos exercícios do alongamento mediados pela propriocepção: discussão conceptual sobre processos adaptativos. *Revista Unicastelo*, 54-61.
- Balestra, C., Duchateau, J., & Hainaut, K. (1992). Effects of fatigue on the stretch reflex in a human muscle. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 85(1), 46-52.

- Baltzer, A. W., Ghadamgahi, P. D., Grannath, M., & Possel, H. J. (1997). American football injuries in Germany. First results from Bundesliga football. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 5(1), 46-49.
- Barrack, R. L., Skinner, H. B., & Buckley, S. L. (1989). Proprioception in the anterior cruciate deficient knee. *American Journal of Sports Medicine*, 17(1), 1-6.
- Barreiros, J. (1995). *Percepção e acção II*. Lisboa: FMH.
- Barret, D. S., Cobb, A. G., & Bentley, G. (1991). Joint proprioception in normal, osteoarthritic and replaced knees. *The Journal of Bone and Joint Surgery. British Volume*, 73(1), 53-56.
- Bass, T. (1991). *Play Football the NFL way: Position by position techniques and drills for offense, defense and special teams*: ST. Martin's Griffin.
- 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. *Journal of Orthopaedic Research*, 23(1), 46-53.
- Bertuzzi, R. C. M., Franchini, E., & Kiss, M. A. P. (2004). Fadiga muscular aguda: uma breve revisão dos sistemas fisiológicos e suas possíveis relações. *Motriz*, 10, 45-54.
- Beynon, B. D., Renstrom, P. A., Konradsen, L., Elmqvist, L. G., Gottlieb, D., & Dirks, M. (2000). Validation of techniques to measure knee proprioception. In S. M. Lephart & F. H. Fu (Eds.), *Proprioception and neuromuscular control in joint stability*. Champaign: Human Kinetics.
- Bigland-Ritchie, B., & Woods, J. (1984). Changes in muscle contractile properties and neural control during human muscular fatigue. *Muscle & Nerve*, 7(9), 691-699.
- Birmingham, T., Kramer, J., Kirkley, A., Inglis, J., Spaulding, S., & Vandervoort, A. (2001). Knee bracing for medial compartment osteoarthritis: effects on proprioception and postural control. *Rheumatology*, 40(3), 285-289.
- Bjorklund, M., Crenshaw, A. G., Djupsjobacka, M., & Johansson, H. (2000). Position sense acuity is diminished following repetitive low-intensity work to fatigue in a simulated occupational setting. *European Journal of Applied Physiology*, 81(5), 361-367.

- Blasier, R. B., James, E. C., & Laura, J. H. (1993). Shoulder proprioception: effect of joint laxity, joint position, direction of motion, and muscle fatigue. *Orthopaedic Review*, 23(1), 45-50.
- Bompa, T. O. (2001). *A periodização no treinamento esportivo*. São Paulo: Manole.
- Borg, G. (1998). *Borg's perceived exertion and pain scales*. Champaign: Human Kinetics.
- Bouet, V., & Gahéry, Y. (2000). Muscular exercise improves knee position sense in humans. *Neuroscience Letters*, 289(2), 143-146.
- Boyas, S., Remaud, A., Bisson, E. J., Cadieux, S., Morel, B., & Bilodeau, M. (2011). Impairment in postural control is greater when ankle plantarflexors and dorsiflexors are fatigued simultaneously than when fatigued separately. *Gait & Posture*, 34(2), 254-259.
- Boyle, J., & Negus, V. (1998). Joint position sense in the recurrently sprained ankle. *Australian Journal of Physiotherapy*, 44(3), 159-163.
- Brown, J. P., & Bowyer, G. U. (2002). Effects of fatigue on ankle stability and proprioception in university sports people. *British Journal of Sports Medicine*, 36(4), 310.
- Brown, L. E. (2001). Accurate assessment of muscular strength and power. *Journal of Exercise Physiology*, 4(3), 1-21.
- Buchalla, C. M. (2003). *Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde*. São Paulo: EDUSP.
- Bullock-Saxton, J. E., Wong, W. J., & Hogan, N. (2001). The influence of age on weight-bearing joint reposition sense of the knee. *Experimental Brain Research*, 136(3), 400-406.
- Canale, S., Cantler, E., Sisk, T., & Freeman, B. (1989). A chronicle of injuries of an American intercollegiate football team. *American Journal of Sports Medicine*, 9(6), 384-389.
- Carpenter, J. E., Blasier, R. B., & Pellizzon, G. G. (1998). The effects of muscle fatigue on shoulder joint position sense. *American Journal of Sports Medicine*, 26(2), 262-265.

- Carrol, B., Gershman, M., Nett, D., & Thorn, J. (1997). *Total football: the official encyclopedia of the National Football League* (1 ed.). New York: Harper Collins.
- Chomiak, J., Junge, A., Peterson, L., & Dvorak, J. (2000). Severe injuries in football players. Influencing factors. *American Journal of Sports Medicine*, 28(5), 58-68.
- Craig, J. C., & Rollman, G. B. (1999). Somethesis. *Annual Review of Psychology*, 50(1), 305-331.
- Davies, G. J., & Heidercheit, B. (2003). Test Interpretation. In L. E. Brown (Ed.), *Isokinetics in Human Performance*. Champaign: Human Kinetics.
- Davis, M. (1995). Central and peripheral factors in fatigue. *Journal of Sports Sciences* 13, S49-S53.
- Davis, M., & Bailey, S. (1997). Possible mechanisms of central nervous system fatigue during exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 29(1), 45-47.
- Delisa, J. A., Currie, D. M., & Gans, B. M. (1992). *Medicina de Reabilitação: Princípios e Práticas* (Vol. 1). São Paulo: Manole.
- Diefenthaler, F., & Vaz, M. A. (2008). Aspectos relacionados à fadiga durante o ciclismo: uma abordagem biomecânica. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 14, 45-52.
- Docherty, C., Moore, J., & Arnold, B. (1999). Effects of strength training on strength development and joint position sense in functionally unstable ankle. *Journal of Athletic Training*, 33(4), 310-314.
- Duarte, V. L., Dias, D. S., & Melo, H. C. S. (2008). Mecanismos moleculares da fadiga. *Brazilian Journal of Biomotricity*, 2(1), 3-38.
- Dvir, Z. (2002). *Isocinética - Avaliações musculares, interpretações e aplicações clínicas*. São Paulo: Manole.
- Enoka, R. M. (2000). *Bases neuromecânicas da cinesiologia*. São Paulo: Manole.
- Enoka, R. M., & Stuart, D. G. (1992). Neurobiology of muscle fatigue. *Journal of Applied Physiology*, 72(5), 1631-1648.

- Fitts, R., & Metzger, J. (1988). Mechanisms of muscular fatigue. In J. Poortmans (Ed.), *Principals of Exercise Biochemistry* (pp. 212-229): Krager.
- Fong, D. T. P., Hong, Y., Chan, L. K., Yung, P. S. H., & Chan, K. M. (2007). A systematic review on ankle injury and ankle sprain in sports. *Sports Medicine*, 37(1), 73-94.
- Forestier, N., Teasdale, N., & Nougier, V. (2002). Alteration of the position sense at the ankle induced by muscular fatigue in humans. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 34(1), 117-122.
- Foss, M. L., & Keteyian, S. J. (2000). *Bases fisiológicas do exercício e do esporte* (6 ed.). Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.
- Fox, S. I. (2007). *Fisiologia Humana* (7 ed.). São Paulo: Manole.
- Francisco, J. L. (2008). *Efeito da Fadiga Muscular na Sensação de Posição Articular do Joelho de Jovens Futebolistas*. Mestre, Faculdade de Desporto da Universidade do Porto, Porto.
- Fremerey, R., Lobewhoffer, P., Zeichen, J., Skuttek, M., Bosch, U., & Tscherne, H. (2000). Proprioception after rehabilitation and reconstruction in knees with deficiency of the anterior cruciate ligament: a prospective, longitudinal study. *The Journal of Bone and Joint Surgery. British Volume*, 82(6), 801-806.
- Fuente, J. L. M. (2003). *Podologia Generaly Biomecanica*. Barcelona: Masson.
- Fukuda, T., Miyakawa, S., Matsumoto, T., & Kawasaki, M. (2012). Epidemiology of collegiate american football injuries: injury report for 10 years, 1999 throught 2008. *Football Science*, 9, 70-78.
- Fuller, C. W., Ekstrand, J., Junge, A., Andersen, T. E., Bahr, R., Dvorak, J. J., . . . Meeuwisse, W. H. (2006). Consensus statement on injury definitions and data collection procedures in studies of football (soccer) injuries. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 16(1), 83-92.
- Gandevia, S. C. (2001). Spinal and supraspinal factors in human muscle fatigue. *Physiological Reviews*, 81(4), 1725-1789.

- Gandevia, S. C., & Burke, D. (1992). Does the nervous system depend on kinesthetic input to control natural limb movements? *Behavioral and Brain Science*, *15*, 614-632.
- Gandevia, S. C., Enoka, R. M., Mclomas, A. J., Stuart, D. G., & Thomas, D. K. (1995). Neurobiology of muscle fatigue. Advances and issues. *Advances in Experimental Medicine and Biology*, *384*, 515-525.
- Garrick, J. G., & Requa, R. K. (1988). The epidemiology of foot and ankle injuries in sports. *Clinics in Sports Medicine*, *7*(1), 29-36.
- Gibson, A. S. C., Lambert, M. I., & Noakes, T. D. (2001). Neural control of force output during maximal and submaximal exercises. *Sports Medicine*, *31*(9), 637-650.
- Givoni, N. J., Pham, T., Allen, T. J., & Proske, U. (2007). The effect of quadriceps muscle fatigue on position matching at the knee. *The Journal of Physiology*, *584*(1), 111-119.
- Goldcher, A. (2007). *Podologie*. Paris: Masson.
- Green, H. (1995). Metabolic determinants of activity induced muscular fatigue. In M. Hargreaves (Ed.), *Exercises Metabolism* (pp. 221-256): Human Kinetics.
- Green, H. (1997). Mechanisms of muscle fatigue in intense exercise. *Journal of Sports Science*, *15*(3), 247-256.
- Gribble, P. A., & Jay Hertel, B. (2004). Effect of hip and ankle muscle fatigue on unipedal postural control. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, *14*(6), 641-646.
- Gurney, B., Milani, J., & Pedersen, J. (2000). Role of fatigue on proprioception of the ankle. *Journal of Exercise Physiology*, *3*(1), 8-13.
- Guyton, A. L., & Hall, J. E. (2006). *Tratado de Fisiologia Médica* (11 ed.). Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.
- Hagbarth, K. E., Bongiovanni, L. G., & Nordin, M. (1995). Reduced servo control of fatigued human finger extensor and flexor muscles. *The Journal of Physiology*, *485*(3), 865-872.
- Halchin, L. E. (2008). *Former NFL players: Disabilities, Benefits and Related Issues*.

- Hamil, J., & Knutzen, K. (1999). *Bases Biomecânicas do Movimento Humano*. São Paulo: Manole.
- Hewett, T. E., Palermo, M. V., & Myer, G. O. (2002). Strategies for enhancing proprioception and neuromuscular control of the knee. *Clinical Orthopaedics and Related Research*(402), 76-94.
- Hiemstra, L. A., Lo, I. K., & Fowler, P. J. (2001). Effect of fatigue on knee proprioception: implications for dynamic stabilization. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 31(10), 598-605.
- Holey, E., & Cook, E. (2003). *Evidence-based therapeutic massage - A practical guide for therapists*. Edinburgh: Churchill Livingstone.
- Hootman, J. M., Dick, R., & Agel, J. (2007). Epidemiology of collegiate injuries for 15 sports: summary and recommendations for injury prevention initiatives. *Journal of Athletic Training*, 42(2), 311-319.
- Hoper, D., Whittington, D., & Chartier, J. D. (1997). Does Ice Immersion Influence Ankle Joint Position Sense. *Physiotherapy Research International*, 2, 223-236.
- Huang, Y. M., Chang, Y. J., Hsu, M. J., Chen, C. L., Fang, C. Y., & Wong, A. M. (2009). Errors in force generation and changes in controlling patterns following agonist muscle fatigue. *Journal of Applied Biomechanics*, 25(4), 293-303.
- Hughes, M. A. (1996). The role of strength in rising from a chair in the functionally impaired elderly. *Journal of Biomechanics*, 29(12), 1509-1513.
- Hume, P. A., & Gerrard, D. F. (1998). Effectiveness of external ankle support bracing and taping in Rugby Union. *Sports Medicine*, 25(5), 285-312.
- Huston, J. L., Sandrey, M. A., Lively, M. W., & Kotsko, K. (2005). The effects of calf-muscle fatigue on sagittal-plane joint position sense in the ankle. *Journal of Sport Rehabilitation*, 14, 168-184.
- Ju, Y. Y., Wang, C. W., & Cheng, H. Y. (2010). Effects of active fatiguing movement versus passive repetitive movement on knee proprioception. *Clinical Biomechanics*, 25(7), 708-712.

- Kandel, E. R., Schwartz, J. H., & Jessel, T. M. (2003). *Princípios da Neurociência* (4 ed.). São Paulo: Manole.
- Karpakka, J. (1993). American football injuries in Finland. *British Journal of Sports Medicine*, 27(2), 135-137.
- Khanmohammadi, R., Someh, M., & Ghafarinejad, F. (2011). The effect of cryotherapy on the normal ankle joint position sense. *Asian Journal of Sports Medicine*, 2(2), 91-98.
- Kramer, J., Handfield, T., & Kiefer, G. (1997). Comparisons of weight bearing and non-weight bearing tests of knee proprioception performed by patients with patellofemoral pain syndrome and asymptomatic individuals. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 7(2), 113-118.
- Kumar, S. S., Jadhav, K. G., & Pagare, S. (2008). A pilot study examining injuries in relation to field position of competitive football players. *Journal of Exercise Science and Physiotherapy*, 4(1), 50-54.
- Kwon, O. S., & Lee, S. W. (2013). Effect of continuing repeated passive and active exercises on knee's position senses in patients with hemiplegia. *NeuroRehabilitation*, 33(3), 391-397.
- Lattanzio, P. J., & Petrella, R. J. (1998). Knee proprioception: a review of mechanisms, measurements, and implications of muscular fatigue. *Orthopedics*, 21(4), 463-470.
- Lattanzio, P. J., Petrella, R. J., Sproule, J. R., & Fowler, P. J. (1997). Effects of fatigue on knee proprioception. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 7(1), 22-27.
- Lee, H. M., Liao, J. J., Cheng, C. K., Tan, C. M., & Shih, J. T. (2003). Evaluation of shoulder proprioception following muscle fatigue. *Clinical Biomechanics*, 18(9), 843-847.
- Lephart, S. M., & Fu, F. H. (2000). *Proprioception and neuromuscular control in joint stability* (1 ed.). USA: Human Kinetics.
- Lephart, S. M., Kocher, M. S., Fu, F. H., Borsa, P. A., & Harner, C. D. (1992). Proprioception following anterior cruciate ligament reconstruction. *Journal of Sport Rehabilitation*, 1(3), 188-196.

- Lephart, S. M., Pincivero, D. M., Giraldo, J. L., & Fu, F. H. (1997). The role of proprioception in the management and rehabilitation of athletic injuries. *American Journal of Sports Medicine*, 25(1), 130-137.
- Lindstrom, B., Karlsson, S., & Gerdle, B. (1995). Knee extensor performance of dominant and nondominant limb throughout repeated isokinetic contractions with special reference to peak torque and mean frequency to the EMG. *Clinical Physiology*, 15(3), 275-286.
- Lobato, D. F. M., Santos, G. M., Coqueiro, K. R. R., Mattiello-Rosa, S. M. G., Terruggi Junior, A., Bevilaqua-Grossi, D., . . . Monteiro, P. V. (2005). Avaliação da propriocepção do joelho em indivíduos portadores de disfunção femoropatelar. *Revista Brasileira de Fisioterapia*, 9, 57-62.
- Long, H., & Czarnecki, J. (2007). *Football for Dummies* (3 ed.). Indianapolis, Indiana: Wiley Publishing, Inc.
- Lonn, J., Crenshaw, A., Djupsjobacka, M., Pedersen, J., & Johansson, H. (2000). Position sense testing: influence of starting position and type of displacement. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 81(5), 592-597.
- Macefield, G., Gandevia, S. C., & Burke, D. (1990). Perceptual response to microstimulation of single afferents innervating joints, muscles and skin of the human hand. *The Journal of Physiology*, 429, 113-129.
- Mahan, L. K., & Escoot-Stump, S. (2005). *Alimentos, Nutrição & Dietoterapia*. São Paulo: Editora Roca, Lda.
- Marks, R., & Quinney, H. A. (1993). Effect of fatiguing maximal isokinetic quadriceps contractions on ability to estimate knee-position. *Perceptual and Motor Skills*, 77(3), 1195-1202.
- Maroco, J. (2003). *Análise Estatística - Com Utilização do SPSS*. Lisboa: Edições Sílabo, Lda.
- Mcardle, W., Katch, F., & Katch, V. (1998). *Fisiologia do Exercício: energia, nutrição e desempenho humano* (4 ed.). Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.
- McCloskey, D. L. (1978). Kinesthetic sensibility. *Physiological Reviews*, 58(4), 763-820.

- McCloskey, D. L. (1983). Sensory effects of pulling or vibrating exposed tendons in man. *Brain: a Journal of Neurology*, 106, 21-37.
- McKenna, M. (1992). The roles of ionic processes in muscular fatigue during intense exercise. *Sports Medicine*, 13(2), 134-145.
- Mertelli, R., Anafnitz, M., & De Luca, C. J. (1992). Electrically evoked myoelectric signals. *Critical Reviews in Biomedical Engineering*, 19(4), 293-340.
- Mertelli, R., & Lo Conte, L. R. (1997). Surface EMG signal processing during isometric contraction. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 7(4), 241-250.
- Mertelli, R., Lo Conte, L. R., & Orizo, C. (1991). Indices of muscle fatigue. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 1(1), 20-33.
- Mertelli, R., & Parker, P. (2004). *Electromyography: physiology, engineering and non-invasive applications*: Wiley-IEEE Press.
- Messina, D. F., Farney, W. C., & DeLee, J. C. (1999). The incidence of injury in Texas high school basketball. A prospective study among male and female athletes. *American Journal of Sports Medicine*, 27(2), 135-137.
- 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), 414-418.
- Morgan, R., & Herrington, L. (2013). The effect of tackling on shoulder joint positioning sense in semi-professional rugby players. *Physical Therapy in Sport*, 13.
- Muller, F. O., & Schindler, R. D. (1991). *Annual Survey of Football injury research 1930-1990. American football Coaches Association proceedings of the 68th meeting*. Paper presented at the AFCA, Orlando, Florida, USA.
- Nakasa, T., Fukuhara, K., Adachi, N., & Ochi, M. (2008). The deficit of joint position sense in the chronic unstable ankle as measured by inversion angle replication error. *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery's*, 128(5), 445-449.

- Nasseri, N., Hadian, M. R., Bagheri, H., Talebian, S., & Olyaei, G. (2007). Reliability and accuracy of joint position sense measurement in the laboratory and clinic; Utilising a new system. *Acta Medica Iranica*, *45*, 395-404.
- Newsholme, E., Blomstrand, E., & Ekblom, B. (1992). Physical and mental fatigue: Metabolic mechanisms and importance of plasma amino acids. *Sports Medicine*, *48*(3), 477-495.
- Nielsen, A. B., & Yde, J. (1989). Epidemiology and traumatology of injuries in soccer. *American Journal of Sports Medicine*, *17*(6), 803-807.
- Noakes, T. D., Gibson, A. S., & Lambert, E. V. (2004). From catastrophe to complexity: a novel model of integrative central neural regulation of effort and fatigue during exercise in humans. *British Journal of Sports Medicine*, *38*(4), 511-514.
- Pagala, M., Ravindran, K., Amaladevi, B., Namba, T., & Grob, D. (1994). Potassium and caffeine contractures of mouse muscles before and after fatiguing stimulation. *Muscle & Nerve*, *17*, 852-859.
- Paillard, J., & Bouchon, M. (1974). A proprioceptive contribution to the spatial encoding of position cued for ballistic movements. *Brain Research*, *71*(2-3), 273-284.
- Parkhurst, T. M., & Burnet, C. N. (1994). Injury and proprioception in the lower back. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, *19*(5), 282-295.
- Paschalis, V., Nikolardis, M. G., Giakas, G., Jormutas, A. Z., Pappas, A., & Koutedakis, Y. (2007). The effect of eccentric exercise on position sense and joint reaction angle of the lower limbs. *Muscle & Nerve*, *35*, 496-503.
- Pedersen, J., Ljubisavljevic, M., Bergenheim, M., & H., J. (1998). Alterations in information transmission in ensembles of primary muscle spindle afferents after muscle fatigue in heteronymous muscle. *Neuroscience Research*, *84*(3), 953-959.
- 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. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 31(7), 1047-1052.
- Pellman, E. J., Viano, D. C., Withnall, C., Shewchenko, N., Bir, C. A., & Halstead, P. D. (2006). Concussion in professional football: helmet testing to assess impact performance - part 11. *Neurosurgery*, 58(1), 78-96.
- Peterson, L., Junge, A., Chomiak, J., Graf-Baumann, T., & Dvorak, J. (2000). Incidence of football injuries and complains in different age groups and skill-level groups. *American Journal of Sports Medicine*, 28(5), 51-57.
- Petrella, R. J., Lattanzio, P. J., & Nelson, M. G. (1997). Effect of age and activity on knee joint proprioception. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 76(3), 235-241.
- Pickard, C. M., Sullivan, P. E., Allison, G. T., & Singer, K. P. (2003). Is there a difference in hip joint position sense between young and older groups? *Journal of Gerontology: Medical Series*, 58A(7), 631-635.
- Powers, S., & Howley, E. (2000). *Fisiologia do Exercício: teoria e aplicação ao condicionamento e ao desempenho* (3 ed.). São Paulo: Manole.
- Prentice, W. E., & Voight, M. L. (2003). *Técnicas em reabilitação musculoesquelética*. Porto Alegre: ArtMed.
- Prochazka, A., & Gorassini, M. (1998). Models of ensemble firing of muscle spindle recorded during normal locomotion in cats. *The Journal of Physiology*, 507(1), 277-291.
- Proske, U. (2005). What is the role of muscle receptors in proprioception? *Muscle & Nerve*, 31, 780-787.
- Proske, U., Morgan, D. L., & Gregory, J. E. (1992). Muscle history dependence of responses to stretch of primary and secondary endings of cat soleus muscle spindles. *The Journal of Physiology*, 445, 81-95.
- Proske, U., Wise, A. K., & Gregory, J. E. (2000). The role of muscle receptors in the detection of movements. *Progress in Neurobiology*, 60(1), 85-96.
- Ribeiro, F., Mota, J., & J., O. (2007). Effect of exercise-induced fatigue on position sense of the knee in the elderly. *European Journal of Applied Physiology*, 99(4), 379-385.

- Ribeiro, F., & Oliveira, J. (2005). *Efeito da fadiga muscular induzida pelo exercício localizado na sensação de posição da articulação do joelho. Estudo em idosos activos e sedentários*. Mestrado, Faculdade de Ciências do Desporto e de Educação Física. Universidade do Porto.
- Ribeiro, F., & Oliveira, J. (2007). Aging effects on joint proprioception: the role of physical activity in proprioception preservation. *European Review of Aging and Physical Activity*, 4(2), 71-76.
- Ribeiro, F., Venâncio, J., Quintas, P., & Oliveira, J. (2011). The effect of fatigue on knee position sense is not dependent upon the muscle group fatigued. *Muscle & Nerve*, 44, 217-220.
- Ribot-Ciscar, E., & Roll, J. P. (1998). Ago-antagonist muscle spindle inputs contribute together to joint movement coding in man. *Brain Research*, 791, 167-176.
- Riemann, B. L., & Lephart, S. M. (2002). The Sensorimotor System, Part II: The Role of Proprioception in Motor Control and Functional Joint Stability. *Journal of Athletic Training*, 37(1), 80-84.
- Robertson, R. J., Goss, F. L., Dubé, J. J., Rutkowski, M., Dupain, C., & Brennan, C. (2004). Validation of the adult OMNI scale of perceived exertion for cycle ergometer exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 36(1), 102-108.
- Romero, D. A., Van Gemmert, A. W., Adler, C. H., Bekkering, H., & Stelmach, G. E. (2003). Time delays prior to movement alter the drawing of elderly adults. *Human Movement Science*, 22, 207-220.
- Rossi, L., & Tirapegui, J. (1999). Aspectos atuais sobre o exercício físico, fadiga e nutrição. *Revista Paulista de Educação Física*, 13, 67-85.
- Rozzi, S., Yuktanandana, P., & Pincivero, D. M. (2000). Role of Fatigue on Proprioception and Neuromuscular Control. In S. M. Lephart & F. H. Fu (Eds.), *Proprioception and Neuromuscular Control in Joint Stability* (pp. 375-884): Human Kinetics Publications.
- Saal, J. (1991). Common American football injuries. *Sports Medicine*, 12(2), 132-147.
- Sahlin, K. (1992). Metabolic factors in fatigue. *Sports Medicine*, 13(2), 99-107.

- Salgado, A. S. I. (1995). *Reeducação funcional proprioceptiva do joelho e tornozelo*. São Paulo: Lovise.
- Santos, M. G., Dezan, V. H., & Sarraf, T. A. (2003). Bases metabólicas da fadiga aguda. *Revista Brasileira de Ciência e Movimento*, 11, 7-12.
- Schomburg, E. D. (1990). Spinal sensorimotor system and their supraspinal control. *Neuroscience Research*, 7(4), 265-340.
- Schummay-Cook, A., & Woolacott, M. H. (2002). *Controle motor: teoria e aplicações práticas* (2 ed.). São Paulo: Manole.
- Selfe, J. (1998). Validity and reliability of measurements taken by the Peak 5 motion analysis system. *Journal of Medical Engineering and Technology*, 22(5), 220-225.
- Sharpe, M. D., & Miles, T. S. (1993). Position sense at the elbow after fatiguing contractions. *Exp Brain Res*, 94, 179-182.
- Sharpe, M. D., & Miles, T. S. (1993). Position sense at the elbow after fatiguing contractions. *Experimental Brain Research*, 94(1), 179-182.
- Sinacore, D. R., Bander, B. L., & Delitto, A. (1994). Recovery from a 1-minute bout of fatiguing exercise: characteristics, reliability, and responsiveness. *Physical Therapy*, 74(3), 234-244.
- Sinku, S. K. (2006). *Comparison of occurrence of injuries of footballers at low and high level of achievement*. Master Master thesis, Kurukshetra University.
- Skinner, H. B., Wyat, M. P., Hodgdon, J. A., Conrad, D. W., & Barrack, R. L. (1986). Effect of fatigue joint position sense of the knee. *Journal of Orthopaedic Research*, 4(1), 112-118.
- South, M., & George, K. P. (2007). The effect of peroneal fatigue on ankle joint position sense. *Physical Therapy in Sport*, 8, 1-6.
- Stackhouse, S., Dean, J., Lee, S., & Binder-Macload, S. (2000). Measurement of central activation failure of the quadriceps femoris in healthy adults. *Muscle & Nerve*, 23, 1706-1712.
- Steib, S., Hentschke, C., Welsch, G., Pfeifer, K., & Zech, A. (2013). Effects of fatiguing treadmill running on sensorimotor control in athletes with and

- without functional ankle instability. *Clinical Biomechanics*, 28(7), 790-795.
- Stephen, W. M., Waller, A. E., Dick, R. W., Pugh, C. B., & Loomis, D. P. (2002). An ecologic study of protective equipment and injury in two contact sports. *International Journal of Epidemiology*, 31(3), 587-592.
- Stern, H. S. (1997). *American Football*. Iowa State University.
- Sterne, R. L., Pincivero, D. M., & Lephart, S. M. (1998). The effects of muscular fatigue on shoulder proprioception. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 8(2), 96-101.
- Sterner, R. L., Pincivero, D. M., & Lephart, S. M. (1998). The effects of muscle fatigue on shoulder proprioception. *Clin. J. Sport Med*, 8, 96-101.
- Stillman, B. C. (2000). *An investigation of the clinical assessment of joint position sense*. Doctor, The University of Melbourne, Australia.
- Stracuzzi, D. J., Fern, A., Ali, K., Hess, R., Pinto, J., Li, N., . . . Shapiro, D. (2011). An application of transfer to American Football: From observation of raw video to control in a simulated environment. *AI Magazine*, 32.
- Stuart, M. J. (2005). Gridiron football injuries. *Medicine and Sports Science*, 49, 62-85.
- Sunnerhagen, K., Carlsson, U., Sandberg, A., Stålberg, E., M., H., & Grimby, G. (2000). Electrophysiologic evaluation of muscle fatigue development and recovery in late polio. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 81(6), 770-776.
- Taimela, S., Kankaanpaa, M., & S., L. (1999). The effect of lumbar fatigue on the ability to sense a change in lumbar position. A controlled study. *Spine*, 24, 1322-1327.
- Taylor, J., Allen, G., Butler, J., & Gandevia, S. (2000). Supraespal fatigue during intermittent maximal voluntary contractions of human elbow flexors. *Journal of Applied Physiology*, 89(1), 305-313.
- Tiggelen, D. V., Coorevits, P., & Witvrouw, E. (2008). The effects of a neoprene knee sleeve on subjects with a poor versus good joint position sense subjected to an isokinetic fatigue protocol. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 18(3), 259-265.

- Tripp, B. L., Boswell, L., Gansneder, B. M., & Shultz, S. J. (2004). Functional fatigue decreases 3-dimensional multijoint position reproduction acuity in the overhead-throwing athlete. *Journal of Athletic Training, 39*(4), 316-320.
- Tripp, B. L., Yochem, E. M., & Uhl, T. L. (2007). Functional fatigue and upper extremity sensorimotor system acuity in baseball athletes. *Journal of Athletic Training, 42*(1), 90-98.
- Visser, J., & Geuze, R. H. (2000). Kinaesthetic acuity in adolescent boys: a longitudinal study. *Developmental Medicine & Child Neurology, 42*, 93-96.
- Voight, M. L., Harden, J. A., Blackburn, T. A., Tippet, S., & Canner, G. C. (1996). The effect of muscle fatigue on the relationship of arm dominance to shoulder proprioception. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy, 23*(6), 348-352.
- Vuillerme, N., Boisgontier, M., Chenu, O., Demongeot, J., & Payan, Y. (2007). Tongue-placed tactile biofeedback suppresses the deleterious effects of muscle fatigue on joint position sense at the ankle. *Experimental Brain Research, 183*(2), 235-240.
- Waston, A. (1993). Incidence and nature of sports injuries in Ireland. *American Journal of Sports Medicine, 21*(1), 137-143.
- Whiteside, J. A., Fleagle, S. B., Kalenak, A., & Welter, H. W. (1985). Manpower loss in football: a 12-year study at the Pennsylvania State University. *Physician and Sports Medicine, 13*, 103-115.
- Willmore, J. H., Costill, D. L., & Kenney, W. L. (2010). *Fisiologia do esporte e do exercício* (4 ed.). São Paulo: Manole.
- Winter Griffith, H. (1989). *Complete guide to sports injuries*: Metropolitan Book Co.
- Wright, C. J., & Arnold, B. L. (2012). Fatigue's effect on eversion force sense in individuals with and without functional ankle instability. *Journal of Sport Rehabilitation, 21*(2), 127-136.
- Yokoyama, S., Matsusaka, N., Gamada, K., Ozaki, M., & Shindo, H. (2008). Position-specific deficit of joint position sense in ankles with chronic

functional instability. *Journal of Sports Science and Medicine*, 7, 480-485.

Zemper, E. D. (1989). Injury rates in a national sample of college football teams: a 2-year prospective study. *The Physician and Sports Medicine*, 17(11), 100-115.

Anexos

Anexo I – Carta de pedido de orientação

Carta de pedido de autorização do orientador

Exmo. Prof. Doutor João Paulo Ferreira Sousa Venâncio

Gandra, 28 de Junho de 2012

Assunto: Pedido de orientação de Tese de Mestrado

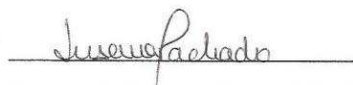
O plano de estudos do Curso de Mestrado em Podiatria do Exercício Físico e do Desporto, a funcionar no Instituto Politécnico de Saúde do Norte, Escola Superior de Saúde do Vale do Sousa, prevê que no 2º ano os alunos realizem um trabalho de Investigação.

Com o intuito de poder dar cumprimento a esta orientação curricular, venho por este meio solicitar a sua colaboração no sentido de ser orientador da respectiva tese de Mestrado intitulada “Efeito da Fadiga na SPA da Tibiotársica em Atletas de Futebol Americano”.

Agradecendo desde já a atenção disponibilizada por Vossa Exa. para o assunto, fico inteiramente à disposição para qualquer esclarecimento que julgue necessário.

Sem outro assunto de momento,

Com os mais respeitosos cumprimentos,



Susana de Noronha Pimentel Machado

(Mestranda em Podiatria do Exercício Físico e Desporto)

Anexo II – Carta de aceitação do orientador



INSTITUTO POLITÉCNICO
DE SAÚDE DO NORTE
ESCOLA SUPERIOR DE SAÚDE DO VALE DO SOUSA

CESPU 25 ANOS

DECLARAÇÃO

João Paulo Ferreira de Sousa Venâncio, Professor Adjunto do IPSN, declara que aceita ser orientador da Dissertação de Mestrado da Dra. Susana de Noronha Pimentel Machado, inserida no Mestrado de Podiatria do Exercício Físico e do Desporto, com o título provisório "*Efeito da Fadiga na SPA da Articulação Tibiotársica em Atletas de Futebol Americano*", sendo este considerado um trabalho de elevada relevância para o domínio da Podiatria.

Por ser verdade e me ter sido solicitado, passo a presente declaração.

Gandra, 2 de julho de 2012

Prof. Doutor João Venâncio



RUA CENTRAL DE GANDRA, 1317 | 4585 116 GANDRA PRD | TEL.: +351 224 157 100 | FAX: +351 224 157 102
CESPU - COOPERATIVA DE ENSINO SUPERIOR POLITÉCNICO E UNIVERSITÁRIO, CRL | CONTR. 501 577 849 | CAP. SOCIAL 1250.000,00 EUR | MAT. CONS. R. C. PORTO Nº 216
www.cespu.pt



Anexo III – Carta pedido Co-orientador

Carta de pedido de autorização do co-orientador

Exmo. Sr. Mestre

Eduardo Manuel Amaral Merino Rocha

Gandra, 29 de Fevereiro de 2012

Assunto: Pedido de co-orientação de Tese de Mestrado

O plano de estudos do Curso de Mestrado em Podiatria do Exercício Físico e do Desporto, a funcionar no Instituto Politécnico de Saúde do Norte, Escola Superior de Saúde do Vale do Sousa, prevê que no 2º ano os alunos realizem um trabalho de Investigação.

Com o intuito de poder dar cumprimento a esta orientação curricular, venho por este meio solicitar a sua colaboração no sentido de ser co-orientadora da respectiva tese de Mestrado intitulada “Efeito da Fadiga na SPA da Tibiotársica em Atletas de Futebol Americano”.

Agradecendo desde já a atenção disponibilizada por Vossa Exa. para o assunto, fico inteiramente à disposição para qualquer esclarecimento que julgue necessário.

Sem outro assunto de momento,

Com os mais respeitosos cumprimentos,



Susana de Noronha Pimentel Machado

(Mestranda em Podiatria do Exercício Físico e Desporto)

Anexo IV – Carta aceitação do Co-orientador

DECLARAÇÃO

Eduardo Manuel Amaral Merino Rocha, declaro para os devidos efeitos ser Co-orientador dos trabalhos de mestrado da licenciada Susana de Noronha Pimentel Machado, os quais, no domínio das Ciências da Podologia, se orientarão para o estudo do “Efeito da Fadiga na SPA da Tibiotársica em Atletas de Futebol Americano”, um trabalho com elevada relevância para o domínio da Podologia e da Podiatria do Exercício Físico e do Desporto.

Por ser verdade e me ter sido pedido, passo a presente declaração.

Paredes, 18 de Dezembro de 2013

O Co-orientador

(Eduardo Manuel Amaral Merino Rocha)



Anexo V – Carta de pedido de autorização do co-orientador

Carta de pedido de autorização do co-orientador

Exmo. Sr. Mestre

Manuel José de Sousa e Silva

Gandra, 1 de Setembro de 2012

Assunto: Pedido de co-orientação de Tese de Mestrado

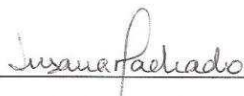
O plano de estudos do Curso de Mestrado em Podiatria do Exercício Físico e do Desporto, a funcionar no Instituto Politécnico de Saúde do Norte, Escola Superior de Saúde do Vale do Sousa, prevê que no 2º ano os alunos realizem um trabalho de Investigação.

Com o intuito de poder dar cumprimento a esta orientação curricular, venho por este meio solicitar a sua colaboração no sentido de ser co-orientadora da respectiva tese de Mestrado intitulada “Efeito da Fadiga na SPA da Tibiotársica em Atletas de Futebol Americano”.

Agradecendo desde já a atenção disponibilizada por Vossa Exa. para o assunto, fico inteiramente à disposição para qualquer esclarecimento que julgue necessário.

Sem outro assunto de momento,

Com os mais respeitosos cumprimentos,



Susana de Noronha Pimentel Machado

(Mestranda em Podiatria do Exercício Físico e Desporto)

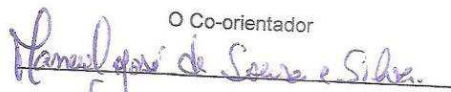
Anexo VI – Carta aceitação do Co-orientador

Declaração

Manuel José de Sousa e Silva, Mestre em Engenharia Civil pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, declara para os devidos efeitos aceitar ser Co-orientador do trabalho de Mestrado da Dra. Susana de Noronha Pimentel Machado, os quais no domínio do Mestrado de Podiatria do Exercício Físico e do Desporto, com o título “Efeito da Fadiga na SPA da Tibiotársica em Atletas de Futebol Americano”.

Por ser verdade e me ter sido pedido, passo a presente declaração.

Porto, 1 de Setembro de 2012

O Co-orientador

(Manuel José de Sousa e Silva)

Anexo VII – Pedido de autorização para a realização do estudo

Carta de pedido de autorização

Exmo. Sr.
Presidente do Porto Renegades

No âmbito do 2º ano de Mestrado de Podiatria do Exercício Físico e do Desporto, a funcionar no Instituto Politécnico de Saúde do Norte, Escola Superior de Saúde de Vale do Sousa, encontro-me a desenvolver um trabalho de investigação cujo tema é “Efeito da Fadiga na SPA da Tibiotársica em Atletas de Futebol Americano”.

No sentido de dar cumprimento ao estudo, venho solicitar a colaboração para a recolha de dados no escalão sénior da modalidade de futebol americano dos Porto Renegades, salientando que será respeitada a confidencialidade dos dados recolhidos.

Este estudo está a ser realizado pela Mestranda Susana de Noronha Pimentel Machado (Licenciada em Podologia), tendo como orientador o Professor Doutor João Paulo Venâncio e como co-orientadores o Mestre Eduardo Manuel Amaral Merino Rocha e o Mestre Manuel José de Sousa e Silva.

Agradecendo desde já a atenção disponibilizada e o tempo despendido para o assunto, fico à vossa inteira disposição para eventuais esclarecimentos.

Com os melhores cumprimentos,



(Susana Machado)

Anexo VIII – Resposta de aceitação para a realização do estudo

Cara Dra. Susana Machado,

A direção do Porto Renegades – Clube de Futebol Americano, decidiu aceitar o pedido de realização do estudo “Efeito da fadiga na SPA da Articulação Tibiotársica em Atletas de Futebol Americano”, devido a acreditar na sua utilidade e seriedade. É para nós um orgulho e um privilégio o facto de termos sido a equipa em quem recaiu a escolha para participar neste interessante e ambicioso projecto.

Certos de que as conclusões deste trabalho poderão contribuir para uma melhoria na saúde dos atletas, desejamos completo sucesso na investigação que agora começa.

Com os melhores cumprimentos,

P’la direção dos Porto Renegades

Rui Bruno Alves Pinheiro



Anexo IX – Apresentação do estudo e Declaração do Consentimento Informado

Título do Projecto:

Efeito da fadiga na SPA da articulação Tibiotársica em atletas de Futebol Americano.

Importância do estudo:

Determinar se a fadiga tem efeito negativo após o exercício físico exaustivo na sensação de posição articular da Tibiotársica.

Objectivo do estudo:

Determinar as medidas preventivas que podem ser tomadas caso a fadiga influencie negativamente a sensação de posição articular da Tibiotársica nos atletas de Futebol Americano.

Procedimentos:

Para dar cumprimento aos objectivos propostos, a recolha de dados consistirá na aplicação de um questionário, seguido da realização de uma avaliação podológica, e por fim, avaliação da sensação de posição articular da Tibiotársica no momento inicial e no momento final dos movimentos de flexão dorsal e flexão plantar no treino.

Tempo requerido e local de avaliação:

O tempo requerido será de aproximadamente 30 minutos.

Confidencialidade:

As suas respostas e resultados são **absolutamente confidenciais**, destinando-se apenas a ser utilizados, **sob anonimato**, no âmbito do projecto de investigação desenvolvido no Mestrado de Podiatria do Exercício Físico e Desporto, ministrado pelo Instituto Politécnico de Saúde – Norte.

Participação voluntária:

Tem plena liberdade para aceitar ou recusar-se a participar neste estudo, sem que tal acarrete qualquer benefício ou prejuízo, a nível assistencial ou de qualquer outra ordem.

Desistência do estudo:

Pode desistir a qualquer momento do estudo sem qualquer prejuízo.

Investigador principal do estudo:

Susana de Noronha Pimentel Machado

Contacto em caso de dúvidas acerca do estudo:

91 _____

Declaração:

Eu, _____,
declaro que li a informação acima e que o investigador responsável pelo projecto se dispôs a esclarecer todas as dúvidas que tenham resultado da sua leitura, ou outras que eventualmente tenham surgido.

Assino em sinal de que acedo a participar voluntariamente neste projecto de investigação e que recebi uma cópia do presente documento.

DATA ___/___/___

O Investigador

O Participante

Anexo X – Questionário

1. Idade: _____

2. Anos/meses de prática: _____

3. Carga horária de treino / jogos (semanal): _____

4. Posição em que joga:

| | |
|-----------|--------------------------|
| Offensive | <input type="checkbox"/> |
| Defensive | <input type="checkbox"/> |

5. Actividades Complementares ao desporto:

5.1. Corrida

5.2. Musculação

5.3. Alongamentos

5.4. Outro: _____

6. Lado dominante:

6.1. Esquerdo

6.2. Direito

7. Já teve alguma lesão no Membro Inferior:

7.1. Sim

7.2. Não

7.3. Se sim qual?

| Lesões | Membro Inferior Esquerdo | | | | | Membro Inferior Direito | | | | |
|-----------------|--------------------------|--------|-------|-----------|----|-------------------------|--------|-------|-----------|----|
| | Coxa | Joelho | Perna | Tornozelo | Pé | Coxa | Joelho | Perna | Tornozelo | Pé |
| Entorses | | | | | | | | | | |
| Luxação | | | | | | | | | | |
| Lesão Muscular | | | | | | | | | | |
| Lesão Tendinosa | | | | | | | | | | |
| Contusão | | | | | | | | | | |
| Fractura | | | | | | | | | | |
| Outra | | | | | | | | | | |

8. Actividade em que ocorreu a lesão:

| Actividade | Membro Inferior Esquerdo | Membro Inferior Direito |
|-----------------------------|--------------------------|-------------------------|
| Aquecimento/ Alongamento | | |
| Técnicas | | |
| Tácticas | | |
| Físicas | | |
| Outra | | |

9. Momento de maior frequência de lesões:

| | |
|---------------------|--|
| Passe | |
| Aceleração | |
| Desaceleração | |
| Mudança de direcção | |
| Salto | |
| Bloqueio | |

10. Mecanismo de maior frequência de lesões:

| | |
|----------------------|--|
| Trauma Directo | |
| Trauma Indirecto | |
| Excesso de Amplitude | |
| Aceleração | |
| Desaceleração | |
| Mudança de Direcção | |
| Sobrecarga | |

10.1. Outro: _____

11. Pavimento:

11.1. Relva Sintética

11.2. Terra batida

11.3. Outro _____

Anexo XI – Avaliação Podológica

12. Antropometria:

12.1. Altura: _____ cm

12.2. Peso: _____ kg

12.3. I. M. C. : _____

13. Inspeção:

| | Membro Inferior Esquerdo | Membro Inferior Direito |
|---------------|-------------------------------------|------------------------------------|
| Edemas | | |
| Dermatopatias | | |
| Queratopatias | | |
| Onicopatias | | |

14. Morfologia Digital:

14.1. Grego: esq. dir.

14.2. Egípcio: esq. dir.

14.3. Quadrado: esq. dir.

15. Morfologia Metatársica:

15.1. Index Plus: esq. dir.

15.2. Index Minus: esq. dir.

15.3. Index Plus Minus: esq. dir.

16. Comprimento do Membro Inferior (cm):

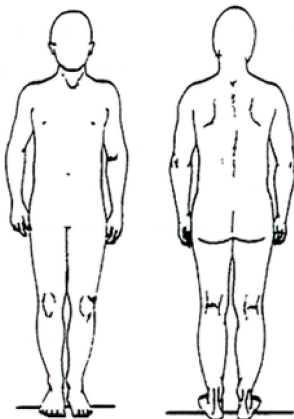
16.1. Esquerdo: _____

16.2. Direito: _____

17. Perímetro Muscular:

| Músculo | Direito | Esquerdo |
|---------------|---------|----------|
| Quadricipite | | |
| Vasto Interno | | |
| Gemelar | | |

18. Avaliação Postural/Assimetrias:



19. Posição do retropé em carga:

19.1. Valgo: esq. dir.

19.2. Varo: esq. dir.

19.3. Normal: esq. dir.

20. Morfologia do pé:

20.1. Normal: esq. dir.

20.2. Plano: esq. dir.

20.3. Cavo: esq. dir.

21. Diferencial do escafóide:

Esq

Dir

21.1. Medição em sedestação _____ cm

_____ cm

21.2. Medição em ortostatismo _____ cm

_____ cm

21.2.1. Diferencial _____ cm


_____ cm

22. Impressão Plantar:

22.1. Simétrica

22.2. Assimétrica

Anexo XII – Escala de Borg



| LEVEL | DESCRIPTION |
|-------|------------------|
| 20 | Maximum |
| 19 | Very, very hard |
| 18 | |
| 17 | Very hard |
| 16 | |
| 15 | Hard |
| 14 | |
| 13 | Somewhat hard |
| 12 | |
| 11 | Fairly light |
| 10 | |
| 9 | Very light |
| 8 | |
| 7 | Very, very light |
| 6 | |