



# **Efeito da idade e do treino na sensação da posição articular do joelho.**

Estudo descritivo em adultos jovens e idosos, não  
treinados e treinados.

Sandra Cristina Carvalho de Sousa

2012



## **Efeito da idade e do treino na sensação da posição articular do joelho.**

Estudo descritivo em adultos jovens e idosos, não  
treinados e treinados.

Dissertação apresentada com vista à obtenção de 2<sup>o</sup> ciclo em  
Actividade Física e Saúde, ao abrigo do Decreto-Lei nº74/2006 de  
24 de Março sob a orientação do Professor Doutor José Manuel  
Fernandes Oliveira.

Presentation of Master Thesis in 2<sup>nd</sup> Cycle Studies in Physical  
Activity for Older People, according to Decret-law nº74/2006 of 24  
March, under the supervision of the Professor Dr. José Manuel  
Fernandes Oliveira.

**Sandra Cristina Carvalho de Sousa**

**Porto, 2012**

Sousa, Sandra (2012). Efeito da idade e do treino na sensação da posição articular do joelho. Estudo descritivo em adultos jovens e idosos, não treinados e treinados. Porto: dissertação de mestrado apresentada à Faculdade de Desporto da Universidade do Porto.

**PALAVRAS-CHAVE:** ENVELHECIMENTO, ACTIVIDADE FÍSICA, PROPRIOCEPÇÃO

**KEYWORDS:** AGING, PHYSICAL ACTIVITY, PROPRIOCEPTION

## **Dedicatórias**

A Deus pela coragem e paciência para lutar pelos meus objectivos.

À minha família, em especial, aos meus pais que sempre me acompanharam.

Ao meu companheiro, Pedro, pela força, apoio e cumplicidade.

Aos meus amigos que me acompanham nesta viagem, principalmente à Susana Soares.

Ao meu orientador pela paciência e disponibilidade.

Ao meu filho Martim que sempre me acompanhou.

A todos vocês obrigada, não seria a mesma se não vos tivesse ao meu lado.



## **Agradecimentos**

Quero agradecer a todos que, directa ou indirectamente, me ajudaram. Primeiro ao meu orientador, Professor Doutor José Manuel Fernandes Oliveira, pela disponibilidade, atenção e ajuda na preparação desta dissertação. Ao Professor Doutor Fernando Manuel Tavares da Silva Ribeiro, pelo acompanhamento e colaboração neste estudo. Ao Eng<sup>o</sup> Pedro Gonçalves pelo atendimento e esclarecimentos informáticos. Ao Doutor Gustavo Silva (do CIAFEL) pela ajuda no tratamento dos dados estatísticos. Ao Mestre Eduardo Salgado pela receptividade e ajuda. A todos os meus amigos, em especial Ana Maria, Sara, Gil, João, Ricardo, Elsa, Raquel, Isabel, Sílvia Pereira, Geise, Polly, Mariana, Sandro, Hugo, Andreia, Sílvia Fecheira, Bety, Susana e Luciana e aos atletas que, de uma forma ou de outra participaram neste projecto.



## Índice

|   |      |
|---|------|
| Dedicatórias.....   | V    |
| Agradecimentos.....   | VII  |
| Índice.....   | IX   |
| Resumo.....   | XI   |
| Abstract.....   | XII  |
| Lista de tabelas.....   | XV   |
| Lista de abreviaturas e símbolos.....                               | XVII |
| 1.Introdução.....   | 3    |
| 2.Metodologia.....  | 9    |
| 2.1 Sujeitos.....   | 9    |
| 2.2 Avaliação da sensação da posição articular .....                | 10   |
| 2.3 Análise estatística .....                                       | 12   |
| 3.Resultados.....   | 15   |
| 4.Discussão.....  | 19   |
| 4.1 Sensação da posição do joelho e idade .....                     | 19   |
| 4.2 Efeito do treino regular na sensação da posição do joelho ..... | 20   |
| 5.Conclusão.....  | 25   |
| 6. Referências bibliográficas .....                                 | 29   |



## Resumo

Com o desenvolvimento da medicina e dos cuidados higiénicos a nossa esperança média de vida aumentou e por isso torna-se pertinente proporcionar aos idosos uma melhor qualidade de vida. A propriocepção, é importante para o controlo motor de actividades da vida diária e, por isso, o objectivo deste estudo foi avaliar o efeito da idade e do treino regular na sensação da posição articular do joelho, comparando indivíduos jovens e idosos, não treinados e treinados.

Participaram voluntariamente neste estudo 69 idosos (média de idades =  $72,2 \pm 5,0$  anos) e 78 adultos jovens, (média de idades =  $20,6 \pm 3,0$  anos), todos do sexo masculino, os quais foram divididos em quatro grupos de acordo com a idade cronológica e a prática de exercício no ano precedente. Depois de definido o membro inferior dominante, a sensação da posição articular do joelho foi avaliada pela técnica de reposicionamento activo em cadeia cinética aberta e é reportada pelo erro angular absoluto e relativo. Foram filmados a executar o teste de forma activa com os olhos vendados. Os ângulos da posição do joelho foram determinados através da digitalização de imagens vídeo usando o programa de análise de movimento Ariel Performance Analysis System. O tratamento e análise de dados foram efectuados com o software estatístico SPSS, versão 20.0.

A idade cronológica, o treino e a interacção entre ambos tiveram um efeito significativo no erro angular absoluto ( $p < 0.001$ ). Os jovens e idosos treinados mostraram valores médios do erro angular absoluto e relativo inferiores aos seus pares com idade homóloga. Para os adultos jovens treinados o erro angular absoluto foi de  $2,1 \pm 1,3^\circ$  e o erro angular relativo de  $0,6 \pm 2,3^\circ$ , sendo o mais baixo de todos os grupos ( $p < 0.001$ ). Os erros angulares absoluto e relativo dos idosos treinados ( $5,5 \pm 3,4$  e  $4,3 \pm 2,5$ , respectivamente) foram semelhantes aos verificados nos jovens não treinados ( $4,4 \pm 3,3$  e  $4,8 \pm 2,7$ ). Os idosos não treinados tiveram o erro angular absoluto ( $9,3 \pm 4,3$ ) e relativo ( $9,7 \pm 5,2$ ) mais elevados entre todos os grupos. Assim, podemos concluir que o envelhecimento prejudica a sensação da posição articular do joelho e que o treino regular atenua esse declínio.

**PALAVRAS-CHAVE:** ENVELHECIMENTO, ACTIVIDADE FÍSICA, PROPRIOCEPÇÃO



## Abstract

With advancing medical and hygienic care, our average life expectancy has increased and therefore it becomes pertinent to provide the elderly a better quality of life. Proprioception is important for motor control in daily living tasks, so the aim of this study was to assess the effect of age and regular exercise training on knee joint position sense and to establish a comparison between the young and old adults, trained and untrained.

In this study voluntarily participated 69 elderly (age average =  $72.2 \pm 5.0$  years) and 78 young adult males (age average =  $20.6 \pm 3.0$  years) who were divided into four groups according to chronological age and exercise practice in the past year.

After defining the dominant leg, knee position sense was measured by open kinetic chain technique and active positioning to replicate a target position and is reported as the absolute and relative angular error. Knee angles were determined by computer analysis of videotape images using the Ariel Performance Analysis System. Data analysis was performed using the statistical software SPSS version 20.0.

Chronological age, exercise training and their interaction have a significant main effect on absolute angular error ( $p < 0.001$ ). Trained young and old adult males showed low relative and absolute angular errors. For young trained males the absolute angular error was  $2.1 \pm 1.3$  and the relative angular error  $0.6 \pm 2.3$ , which was lower than the other groups ( $p < 0.001$ ). The relative and absolute angular errors of trained elderly males ( $5.5 \pm 3.4$  and  $4.3 \pm 2.5$ , respectively) were similar to those of the young untrained males ( $4.4 \pm 3.3$  and  $4.8 \pm 2.7$ ). The untrained elderly males showed higher absolute ( $9.3 \pm 4.3$ ) and relative ( $9.7 \pm 5.2$ ) angular errors than the other groups. Therefore, it was concluded that aging impairs knee joint position sense and that exercise training attenuates this decline.

**KEYWORDS: AGING, PHYSICAL ACTIVITY, PROPRIOCEPTION**



## **Lista de tabelas**

|  |    |
|--|----|
| Tabela 1: Descrição da amostra, média e desvio padrão.....   | 10 |
| Tabela 2: Comparações dos valores da sensação da posição articular nos quatro grupos, média $\pm$ desvio padrão..... | 15 |



## **Lista de abreviaturas e símbolos**

% percentagem

< menor

> maior

$\alpha$  alfa

$\gamma$  gama

$\eta$  eta

cm centímetros

kg quilogramas

N amostra

SPA sensação da posição articular



# **INTRODUÇÃO**



## 1. INTRODUÇÃO

No início do século XX Sherrington definiu propriocepção como “a percepção da articulação e do movimento corporal bem como a posição do corpo, ou dos segmentos corporais, no espaço” (Ribeiro e Oliveira, 2007).

Estímulos visuais, auditivos, vestibulares, cutâneos, articulares e musculares, provenientes de receptores do sistema somatosensorial, proporcionam informação a 3 níveis distintos das estruturas responsáveis pelo controlo motor: medula espinal, células do tronco cerebral e centros superiores (cerebelo, gânglios basais e córtex motor (Rozzi et al., 2000). Assim sendo, as sensações proprioceptivas resultam do envolvimento das divisões central e periférica do sistema nervoso. A nível central, as sensações proprioceptivas dependem do feedback interno que resulta da transmissão da informação entre as áreas sensoriais e motoras (Ribeiro e Oliveira, 2007). Actualmente, a propriocepção foi definida como o *input* neural cumulativo para o sistema nervoso central proveniente de terminações nervosas especializadas chamadas mecanorreceptores. Estes mecanorreceptores (receptores sensoriais para a propriocepção) estão localizados na pele, ventre muscular, tendões, cápsula articular e ligamentos (Voight et al., 1996; Lephart et al., 1997; Carpenter, Blasier e Pellizzon, 1998). Contudo, o *input* proprioceptivo não sempre é percebido conscientemente, uma vez que as informações originárias, por exemplo, do fuso muscular e das aferências articulares interferem com os reflexos do medula espinal.

A propriocepção pode ser categorizada em diferentes sub-modalidades, como a sensação de força, a sensação de movimento (cinestesia) e a sensação da posição articular (Ribeiro e Oliveira, 2011). A sensação de força refere-se à capacidade de perceber a força gerada durante o movimento. A sensação de movimento é a capacidade de perceber o movimento articular, incluindo a sua duração, direcção, amplitude, velocidade, aceleração e o tempo de movimento. Finalmente, a sensação da posição articular (SPA) refere-se à acuidade da reprodução, activa ou passiva, de uma posição alvo previamente determinada, em cadeia cinética aberta ou fechada (Pickard et al., 2003).

A propriocepção e o controlo neuromuscular podem ser avaliados através das vias aferentes e eferentes. A via aferente é avaliada pela medição da cinestesia articular e da sensação da posição articular, que fornecem dados acerca da percepção consciente do movimento e da posição articular. A via eferente é avaliada pela mensuração do equilíbrio (estabilidade) e da actividade muscular, determinando directamente a resposta eferente à estimulação aferente. A generalidade de estudos sobre a propriocepção consciente em humanos envolveu a avaliação da SPA através da reprodução activa ou passiva de um ângulo, ou através da detecção do movimento passivo do membro (cinestesia) (Riemann e Lephart (2002a,b)).

A acuidade da SPA pode ser medida directamente, usando goniómetros, potenciómetros e sistemas de análise de vídeo e, indirectamente, usando escalas analógicas visuais (Barrett, 1991; Dover e Powers, 2004; Hopper, Whittington e Davies, 1997; Miura et al, 2004; Ribeiro, Mota e Oliveira, 2007; Stillman, McMeeken e Macdonell, 1998; Torres et al., 2010; Tripp et al., 2004; You, 2005; Ribeiro e Oliveira, 2011).

Os resultados da avaliação da SPA são habitualmente expressos pelo cálculo do erro angular absoluto, resultante da diferença absoluta entre a posição alvo e a posição reproduzida, pelo erro angular relativo - representado pela diferença aritmética entre a posição alvo e a posição de resposta - e pelo erro angular variável, geralmente representado pelo desvio padrão da média de um conjunto de reposicionamentos (Ribeiro e Oliveira, 2011).

É notório o aumento da população idosa (INE, 2011) e com ele a preocupação de proporcionar a este segmento da população uma melhor qualidade de vida. O envelhecimento está associado ao aumento do risco e número de quedas, que são causa de incapacidade, de morbilidade e do risco de mortalidade prematura. O envelhecimento repercute-se negativamente na força muscular (Carvalho et al., 2004; Ribeiro et al, 2009), nas capacidades coordenação e

equilíbrio (Shaffer & Harrison, 2007), sendo que estas últimas são mais afectadas pela diminuição da acuidade proprioceptiva do que, por exemplo, das alterações da visão ou do sistema vestibular (Colledge et al.,1994). Segundo Thieme et al. (1996) a propriocepção é essencial para a manutenção da postura, do equilíbrio e da coordenação de movimentos multiarticulares. Em idosos, a diminuição da propriocepção dos membros inferiores tem sido associada à diminuição do equilíbrio e ao aumento de risco de quedas (Lord et al, 1999) e, a nível articular, a alterações biomecânicas deletérias com consequências no aumento da degenerescência articular (Skinner, 1993; Ribeiro e Oliveira, 2010). Assim sendo, a preservação da acuidade proprioceptiva em idosos é de importância fundamental para assegurar o envelhecimento saudável.

A deterioração da propriocepção com o envelhecimento envolve alterações no sistema nervoso central e periférico. A nível periférico, estudos com animais e com seres humanos têm mostrado alterações anatómicas e fisiológicas relacionadas com a idade em vários mecanorreceptores (Shaffer e Harrison, 2007). O envelhecimento altera a função dos fusos musculares em resultado da (i) diminuição da sensibilidade dinâmica e estática (Miwa et al. 1995), (ii) da redução do número total de fibras intrafusais e fibras de cadeia nuclear por fuso (Miwa et al 1995) (iii) aumento da espessura da cápsula do fuso (Miwa et al., 1995; Domellof, 2005; Miwa, et al., 1995; Swash e Fox, 1972), (iv) deterioração da inibição das vias pre-sinápticas espinhais (Burke, Schutten, Koceja, & Kamen, 1996); e (v) da desnervação (Swash e Fox, 1972; cit. Ribeiro e Oliveira, 2011). Os receptores cutâneos (corpúsculos de Meissner e de Pacinian) também sofrem alterações estruturais com o envelhecimento, nomeadamente no número e densidade por área de superfície de pele (Iwasaki, Goto, Goto, Ezure, e Moriyama, 2003). Também têm sido reportadas alterações morfológicas e do número dos mecanorreceptores articulares (Aydog, Korkusuz, Doral, Tetik, e Demirel, 2006; Ribeiro e Oliveira, 2011).

A propriocepção pode ser influenciada pelo treino físico regular. Estudos em

indivíduos adultos jovens (Eils et al., 2010) e adultos idosos (para refs. ver Ribeiro e Oliveira, 2011) mostram alterações da propriocepção com o treino, particularmente da SPA. A nível periférico, o treino regular parece não alterar o número de mecanorreceptores (Ashton-Miller et al., 2001), mas induzirá adaptações morfológicas no fuso neuromuscular e na sensibilidade às alterações metabólicas induzidas pelo exercício agudo (para refs. ver Ribeiro e Oliveira, 2011). Por outro lado, em resposta ao treino, o tempo de latência da resposta reflexa ao estiramento diminui mas a sua amplitude aumenta (para refs. ver Ribeiro e Oliveira, 2011).

A nível central, o exercício físico regular induz alterações proprioceptivas através da modulação do ganho dos fusos musculares e de alterações plásticas corticais (Ribeiro e Oliveira, 2007). Durante o exercício ocorre o aumento do *output* dos fusos neuromusculares através da via  $\gamma$ , facilitando a projecção cortical da informação proprioceptiva. Pela estimulação crónica dos fusos musculares ocorrem alterações no sistema nervoso central, tais como, o aumento das conexões sinápticas e/ou o na organização e número de ligações entre neurónios (Ashton-Miller, et al., 2001). Estas adaptações ao treino poderão modificar os mapas corticais do corpo ao longo do tempo, melhorando a representação cortical das articulações e, conseqüentemente, melhorando a propriocepção articular (Ashton-Miller, et al., 2001).

Em face do anteriormente exposto e tendo em consideração o reduzido número de estudos efectuados na população Portuguesa, tendo como objecto a propriocepção, particularmente a SPA, a presente dissertação refere-se a um estudo de natureza transversal, cujo objectivo geral estudo foi avaliar o efeito da idade e do treino na sensação da posição articular do joelho, comparando adultos jovens e adultos idosos, não treinados e treinados.

**METODOLOGIA**



## **2. METODOLOGIA**

### **2.1 Sujeitos**

Neste estudo participaram, voluntariamente, 69 idosos do sexo masculino (média de idade =  $72,2 \pm 5,0$  anos) e 78 jovens adultos do sexo masculino (média de idade =  $20,6 \pm 3,0$  anos). Para participarem no estudo os idosos deveriam ter idade superior a 65 anos, ter uma vida autónoma e independente na realização de actividades da vida diária e serem não-institucionalizados. Os adultos jovens deveriam ter idade inferior a 30 anos e serem autónomos e independentes.

Todos os participantes eram saudáveis, sem patologias do sistemas nervoso central ou periférico, sem défices neuromusculares ou doenças degenerativas articulares (por exemplo, osteoartrite ou artrite reumatóide). Nenhum dos participantes no estudo reportou ter tido complicações ortopédicas e/ou alterações musculares dos membros inferiores ou da região lombar no ano precedente ao início do estudo. Para além disso, todos os sujeitos tinham amplitude normal dos movimentos de extensão e flexão do joelho.

Para a realização do estudo, os participantes foram divididos em quatro grupos de acordo com a idade cronológica (Jovens – idade cronológica < 30 anos; Idosos – idade cronológica > 65 anos) e a prática de exercício físico regular no período de um ano precedente ao estudo: O grupo dos idosos treinados foi constituído pelos participantes que reportaram participar em programas de exercício organizados, consistindo na realização de exercício de aeróbio, flexibilidade e de força; os jovens treinados eram praticantes das modalidades de futebol, voleibol e karaté. Para serem incluídos num destes grupos, os participantes idosos e jovens tinham que reportar treinarem três vezes por semana, com uma duração por sessão de pelo menos 45-60 minutos. A alocação dos idosos e jovens nos grupos não treinados, ocorreu para todos aqueles que reportaram não participar em qualquer programa de exercício físico organizado e supervisionado, nem terem estado envolvidos em qualquer actividade de exercício físico regular no período de um ano precedente ao estudo. A comparação dos valores médios da idade, peso e altura entre os

grupos de adultos jovens e de idosos, não mostrou as diferenças significativas. As características dos grupos para essas variáveis são apresentadas na Tabela 1.

**Tabela 1.** Descrição da idade cronológica, peso e altura nos diferentes grupos amostrais (os valores são a média  $\pm$  desvio padrão)

|              | Jovens treinados | Jovens não treinados | Idosos treinados | Idosos não treinados |
|--------------|------------------|----------------------|------------------|----------------------|
| N            | 47               | 31                   | 31               | 38                   |
| Idade (anos) | 19,8 $\pm$ 3,2   | 21,1 $\pm$ 2,7       | 72,1 $\pm$ 4,8   | 72,2 $\pm$ 5,2       |
| Peso (kg)    | 70,7 $\pm$ 7,5   | 70,3 $\pm$ 4,5       | 72,4 $\pm$ 11,8  | 70,9 $\pm$ 9,9       |
| Altura (cm)  | 177,5 $\pm$ 5,8  | 176,8 $\pm$ 5,2      | 161,4 $\pm$ 8,1  | 161,9 $\pm$ 8,4      |

Em todos os sujeitos foi avaliado o membro inferior dominante, tendo o mesmo sido identificado por questionamento ao sujeito sobre qual a sua preferência lateral para chutar uma bola. A todos os sujeitos foi dada oportunidade para se familiarizem com o protocolo experimental e o instrumento de avaliação, tendo sido obtido o seu consentimento para a participação neste estudo.

## **2.2. Avaliação da sensação da posição articular**

A avaliação da sensação da posição articular foi efectuada com um teste em cadeia cinética aberta procurando replicar uma posição alvo previamente determinada pelo examinador através do reposicionamento activo. Os indivíduos estavam sentados numa posição confortável (com flexão da anca a 80°), com os membros inferiores pendentes e com os olhos vendados para remover as informações do sistema visual. Quatro marcadores reflectores com fita adesiva de dupla face foram colocados sobre a pele nas partes laterais da coxa e da perna: um dos marcadores foi colocado sobre o *apêx* do grande trocânter, outro sobre o tracto iliotibial, outro sobre a cabeça da fíbula e, ainda um outro sobre a proeminência do maléolo lateral. Cada par de marcadores representa o eixo da coxa e da perna.

A seguir, o examinador posicionava o joelho de forma passiva, na direcção da extensão, a partir da posição inicial de 90° de flexão para um ângulo de flexão entre os 40° e 60°. O sujeito mantinha essa posição de forma activa durante 3 segundos, sem o contacto manual do examinador, para identificação e memorização da posição alvo do teste. Depois disso, o examinador colocava a perna na posição inicial. O sujeito foi instruído a, sobre o comando “reposicionar”, reproduzir activamente a posição alvo do teste. Assim, o sujeito reproduzia a posição percebida como a posição alvo de teste e indicava em voz alta, ao examinador, “posição”. Essa posição era mantida durante 3 segundos e ao comando de retorno o sujeito voltava à posição inicial. O teste consistia na reprodução de uma única posição alvo, sendo que os participantes realizaram três tentativas para a reproduzir, de forma a que se pudesse obter uma medida suficiente da precisão e reprodutibilidade da sensação da posição articular do joelho. Durante a realização dos testes foi efectuada a recolha de imagens com uma câmara de filmar posicionada perpendicularmente ao plano sagital do membro testado, a uma distância de 5 metros do sujeito e alinhada com o eixo do joelho. Para a recolha de imagens em todos os sujeitos foi sempre utilizada a mesma câmara. As linhas verticais e horizontais do espaço onde decorreram as avaliações foram alinhadas paralelamente às margens do visor da câmara de filmar. A determinação dos ângulos de flexão do joelho no teste foram obtidos através da digitalização das imagens vídeo usando o módulo automático de análise bi-dimensional de imagem do programa Ariel Performance Analysis System (Ariel Dynamics, CA, USA). Cada uma das posições de resposta no teste foi determinada pela média de 7 imagens (*frames*) consecutivas de cada posição definida e esses *frames* foram digitalizados a 50Hz.

No presente estudo, a sensação da posição articular é descrita: pelo erro angular absoluto, definido como a diferença absoluta entre a posição inicial e a posição definida pelo sujeito; pelo erro angular relativo, que é a diferença aritmética entre a posição inicial e a posição definida pelo sujeito.

### **2.3. Análise estatística**

Todos os dados foram analisados usando o programa software estatístico SPSS (versão 20.0). A estatística descritiva foi utilizada para calcular a média e desvio padrão. Para determinar o efeito da idade, do treino e da interação idade\*treino e para comparar as médias da idade, do peso, altura, do erro angular absoluto e do erro angular relativo entre grupos recorreremos à análise da variância univariada (one way ANOVA). Comparações à posteriori foram realizadas com o Teste de Dunnett C. O nível de significância estatística foi estabelecido para um  $\alpha = 0,05$ .

## **RESULTADOS**



### 3. RESULTADOS

A análise do efeito da idade no erro angular absoluto revelou-se significativo ( $F= 3,522$ ;  $p<0.001$ ) explicando em 19% a variância no seio da amostra estudada. Também o treino tem um efeito significativo ( $F= 15,146$ ;  $p<0.001$ ) no EA explicando em 9,6% da variância. Finalmente, a observou-se uma interacção significativa da idade com o treino nas medidas do EA ( $F=20,589$ ;  $p<0.001$ ;  $\eta^2 = 0,126$ ).

Na Tabela 2 apresentam-se, para os quatro grupos em estudo, os valores médios e do respectivo desvio padrão dos erros angulares absoluto e relativo obtidos na avaliação da sensação da posição articular do joelho.

Comparando com os grupos de idade homóloga, jovens e idosos treinados apresentam erros angulares absolutos e relativos menores. A média do erro angular absoluto e do erro angular relativo nos jovens treinados foi significativamente menor do que o observado em todos os outros grupos. De forma oposta, os idosos não treinados foram os que registaram valores mais elevados de erro angular absoluto e relativo, quando comparados com os outros três grupos. Contudo, as médias do erro angular absoluto e do erro angular relativo dos idosos treinados não diferiram das observadas no grupo de jovens não treinados. Com a excepção do grupo de jovens treinados, em todos os outros grupos observou-se a tendência para a sobrestimação da posição de teste. Esse facto, foi mais notório no grupo de idosos não treinados.

**Tabela 2.** Valores dos erros angulares absoluto e relativo obtidos na avaliação da sensação da posição articular do joelho, nos quatro grupos amostra (os valores são a média  $\pm$  desvio padrão em graus).

|                           | Jovens treinados | Jovens não treinados | Idosos treinados | Idosos não treinados |
|---------------------------|------------------|----------------------|------------------|----------------------|
| Erro angular absoluto (°) | 2,1 $\pm$ 1,3    | 4,8 $\pm$ 2,7*       | 4,3 $\pm$ 2,5*   | 9,3 $\pm$ 4,3*#      |
| Erro angular relativo (°) | 0,6 $\pm$ 2,3    | 4,4 $\pm$ 3,3*       | 5,5 $\pm$ 3,4*   | 9,7 $\pm$ 5,2*#      |

\* Diferenças significativas para os Jovens treinados ( $p < 0,001$ ).

# Diferenças significativas para os Idosos treinados e os Jovens não treinados ( $p < 0,001$ ).



**DISCUSSÃO**



## **4. DISCUSSÃO**

Este estudo determinou o efeito da idade e do treino e a interação dessas variáveis nas medidas da sensação de posição articular do joelho e comparou essas medidas entre grupos de indivíduos jovens e idosos, treinados e não treinados.

Os resultados do presente estudo assinalam: (i) que a idade e o treino e a sua interação têm uma influência significativa na SPA; (ii) que em idades avançadas ocorre uma significativa deterioração da sensação de posição do joelho; (iii) que o declínio da SPA do joelho relacionado com a idade é atenuado pela prática regular de exercício físico.

### **4.1. Sensação da posição do joelho e idade**

Estudos anteriores reportaram que o envelhecimento está relacionado com o declínio de vários aspectos da acuidade proprioceptiva, nomeadamente, a diminuição da sensação da posição articular e aumento da detecção do limiar de movimento (Petrella, Lattanzio e Nelson, 1997; Hurley, Rees e Newham, 1998). Os nossos resultados estão de acordo com os resultados desses estudos, uma vez que observamos que a acuidade da sensação da posição do joelho é duas vezes maior em indivíduos jovens comparativamente com os idosos quando a condição de prática de exercício é semelhante. No presente estudo, os idosos mostraram uma menor capacidade de discriminar ângulos estáticos do joelho, além de terem demonstrado uma elevada variação nessa capacidade.

Uma vez que a acuidade proprioceptiva depende de factores neurais periféricos e centrais, o declínio associado à idade observado na sensação da posição articular pode ser pelas alterações relacionadas com a idade nos dois tipos de factores, apesar de não se conhecer a contribuição relativa de cada um deles. A nível periférico o processo de envelhecimento induz várias alterações nos receptores articulares, cutâneos e musculares (Ribeiro e

Oliveira, 2007). Contudo, como a acuidade da sensação de posição é, em grande medida, dependente da actividade dos fusos musculares (Proske, 2005) e as tarefas de reposicionamento nos testes usados terem ocorrido em ângulos em que os fusos musculares são a maior fonte de informação para a formação da sensação da posição do joelho, podemos especular que no caso dos idosos do nosso estudo, por comparação com os indivíduos jovens, os valores mais baixos da SPA se poderá dever redução da resposta dinâmica das fibras aferentes de fuso muscular em resposta ao estiramento (Miwa et al., 1995), a uma provável diminuição do número total de fibras intrafusais e de fibras de cadeia nuclear por fuso, e ao aumento da espessura da cápsula do fuso (Miwa et al, 1995), conforme foi já observado em estudos anteriores com idosos. Para além dos mecanismos anteriormente referidos, não se poderá excluir o efeito do envelhecimento na redução do processamento de estímulos sensoriais, em resultado da desmielinização das terminações nervosas, da atrofia axonal e da diminuição da velocidade de condução neural e da diminuição na sensibilidade do fuso muscular (Verdu et al., 2000; Mynark e Koceja, 2001). Adicionalmente, os valores mais baixos da SPA nos idosos quando comparados com os adultos jovens, poderão ser resultado de alterações centrais, tais como a perda de dendritos e de ligações dendríticas entre neurónios constituintes do córtex motor mas também de alterações supra-espinhais resultando em diminuição da sensibilidade dos fusos musculares (Mynark e Koceja, 2001).

#### **4.2. Efeito do treino regular na sensação da posição do joelho**

É amplamente reconhecido que o exercício físico regular promove efeitos benéficos em vários sistemas fisiológicos. Em relação à propriocepção os nossos resultados reforçam a evidência anteriormente descrita, no capítulo introdutório da presente dissertação, acerca do papel do exercício físico regular na atenuação do declínio relacionado com a idade na sensação da posição do joelho. Contudo, os nossos resultados divergem dos reportados por Xu et al. (2004) que apontavam para que a propriocepção do joelho de nadadores/corredores idosos diferia para os sujeitos de idade comparável não

treinados, sendo até inferior à observada em praticantes de Tai Chi. Contudo, os dados do presente estudo sugerem que exercício “habitual” e não apenas o exercício que coloca uma grande ênfase na consciência de posição articular (Tai-Chi) é eficaz para preservar a propriocepção articular.

De relevo são os resultados mostrando que a acuidade proprioceptiva nos idosos treinados é idêntica à dos adultos jovens não treinados e significativamente superiores aos dos idosos não treinados, sugerindo que o exercício regular pode atenuar o declínio proprioceptivo relacionado com a idade. Estes resultados seguem a mesma dos observados por Pickard et al. (2003) na articulação da anca. Esses autores não encontraram diferenças significativas na sensação da posição da anca entre jovens não treinados e idosos treinados.

Embora o desenho do nosso estudo não permita aferir os mecanismos pelos quais o exercício mitiga as alterações na propriocepção relacionadas com o envelhecimento, outros adiantaram possíveis explicações como sejam o facto de o treino regular poder aumentar o *output* do fuso muscular, o qual induziria alterações plásticas no sistema nervoso central, tais como o aumento da força das conexões sinápticas e/ou alterações estruturais na organização e número de conexões entre os neurónios (Ashton-Miller et al., 2001). A nível periférico, o treino induzirá adaptações morfológicas no fuso neuromuscular e o tempo de latência da resposta reflexa ao estiramento diminui mas a sua amplitude aumenta (para refs. ver Ribeiro e Oliveira, 2011).



**CONCLUSÕES**



## **5. CONCLUSÕES**

Os resultados do estudo que dá origem à presente dissertação sugerem que:

- (i) A idade avançada tem influência negativa na sensação de posição articular do joelho;
- ii) que o treino regular tem um impacto positivo na sensação da posição articular do joelho, tanto em indivíduos jovens como em idosos, e que
- (iii) o treino regular pode atenuar o declínio na sensação de posição do joelho relacionada com o envelhecimento.



## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**



## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ashton-Miller, J., Wojtys, E., Huston, L. e Fry-Welch, D. (2001): Can proprioception really be improved by exercises? *Knee Surg, Sports Traumatol, Arthrosc* (9): 128–136.

Aydog, S.T., Korkusuz, P., Doral, M.N., Tetik, O., Demirel, H.A. (2006): Decrease in the numbers of mechanoreceptors in rabbit ACL: the effects of ageing. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 14(4):325-329.

Burke, J., Schutten, M., Koceja, D., Kamen, G. (1996): Age-dependent effects of muscle vibration and the Jendrassik maneuver on the patellar tendon reflex response. *Arch Phys Med Rehabil* ,77(6): 600-604.

Carpenter, J.E., Blasier, R.B., Pellizzon, G.G. (1998): The effects of muscle fatigue on shoulder joint position sense. *Am J Sports Med*, 1998;26(2):262-265.

Carvalho, J., Oliveira, J., Magalhães, J., Ascensão, A., Mota, J., Soares J.M.C. (2004): Força muscular em idosos II — Efeito de um programa complementar de treino na força muscular de idosos de ambos os sexos. *Rev Port Ciências Desp*, 4(1)58-65.

Colledge. N.R., Cantley, P., Peaston, I., Brash, H., Lewis, S., Wilson, J.A. (1994): Ageing and balance: the measurement of spontaneous sway by posturography. *Gerontology*, 40(5):273-278.

Eils, E., Schröter, R., Schröder, M., Gerss, J., Rosenbaum, D.(2010): A Multi-station proprioceptive exercise program prevents ankle injuries in Basketball. *Med Sci Sports Exerc*, 42(11): 2098-2105.

Hurley, M., Rees, J. e Newham, D. (1998): Quadriceps function, proprioceptive acuity and functional performance in healthy young, middle-aged and elderly subjects. *Age and Ageing* (27), 55-62.

INE (2011): Censos 2011 Resultados provisórios. (URL: <http://www.ine.pt>).

Iwasaki, T., Goto, N., Goto, J., Ezure, H., Moriyama, H. (2003): The aging of human Meissner's corpuscles as evidenced by parallel sectioning. *Okajimas Folia Anat Jpn*, 79(6):185- 189.

Lephart, S.M., Pincivero, D.M., Giraldo, J.L, Fu FH. (1997): The role of proprioception in the management and rehabilitation of athletic injuries. *Am J Sports Med*, 25:130-137.

Lord, S.R., Rogers, M.W., Howland, A., Fitzpatrick, R., 1999. Lateral stability, sensorimotor function and falls in older people. *J Am Geriatr Soc*, 47: 1077–1081.

Magalhães,T., Ribeiro, F., Pinheiro, A. e Oliveira, J (2010): warming-up before sporting activity improves knee position sense. *Physical Therapy in Sport* 11, 86-90.

Miwa, T., Miwa, Y. e Kanda, K. (1995): Dynamic and static sensitivities of muscle spindle primary endings in aged rats to ramp stretch. *Neuroscience Letters* 201 (1), 79-182.

Mynark, R. e Koceja, D. (2001): Effects of Age on the Spinal Stretch Reflex. *Journal of Applied Biomechanics* (17): 188-203.

Oliveira, R., Ribeiro, F. e Oliveira, J. (2010): Cryotherapy Impairs Knee Joint Position Sense. *Int J Sports Med*, (31): 198 – 201.

Petrella, R.J., Lattanzio, P.J., Nelson, M.G., (1997). Effect of age and activity on knee joint proprioception. *Am J Phys Med Rehabil*, 76: 235–241.

Pickard, C., Sullivan, P., Allison, G. e Singer, K. (2003): Is There a Difference in Hip Joint Position Sense Between Young and Older Groups? *Journal of Gerontology* 58A (7): 631–635.

Proske, U. (2005): What is the role of muscle receptors in proprioception? *Muscle & Nerve* 31(6), 780-787.

Ribeiro, F. e Oliveira, J. (2007): aging effects on joint proprioception: the role of physical activity in proprioception preservation. *Eur Rev Aging Phys Act* (4), 71-76.

Ribeiro, F. e Oliveira, J. (2011): Factors Influencing Proprioception: What do They Reveal? In Vaclav Klika (Ed.) *Biomechanics in Applications*, ISBN: 978-953-307-969-1, InTech, pp. 323-346.

Ribeiro, F., Mota, J. e Ribeiro, F. (2007): effects of exercise-induced fatigue on position sense of the knee in the elderly. *Eur J Appl Physiol* (99) 379 – 385.

Ribeiro, F., Teixeira, F. Brochado, G., Oliveira, J. (2009): Impact of low cost strength training of dorsi- and plantar flexors on balance and functional mobility in institutionalized elderly people. *Geriatr Gerontol Int*, 9: 75–80.

Riemann, B., e Lephart, S. (2002): The Sensorimotor System, Part I: The Physiologic Basis of Functional Joint Stability. *Journal of Athletic Training* 37(1), 71–79.

Riemann, B., e Lephart, S. (2002a): The Sensorimotor System, Part II: The Physiologic Basis of Functional Joint Stability. *Journal of Athletic Training* 37 (1), 80–84.

Riemann, B., Myers, J. e Lephart, S. (2002b): Sensorimotor System Measurement Techniques. *Journal of Athletic Training* 37 (1), 85-98.

Rozzi, S., Yuktananandan P., Pincevero, D., Lephart, S.M. (2000): Role of fatigue on proprioception and neuromuscular control. In: Lephart SM, Fu FH, (Editors), *Proprioception and neuromuscular control in joint stability*. Champaign, IL: Human Kinetics, pp. 375-384.

Shaffer, S. W. , Harrison, A. L. (2007). Aging of the Somatosensory System: A Translational Perspective *Phys Ther* 87(2),193-207.

Swash, M., Fox, K.P. (1972): The effect of age on human skeletal muscle. Studies of the morphology and innervation of muscle spindles. *J Neurol Sci*, 16(4):417-432.

Thieme, H., Ingersoll, C., Knight, K. e Ozmun, J. (1996): Cooling Does Not Affect Knee Proprioception. *Journal of Athletic Training* 31, 8-11.

Verdú, E., Ceballos, D., Vilches, J. e Navarro, X. (2000): Influence of aging on peripheral nerve function and regeneration. *Journal of Peripheral Nervous System* (5), 191-208.

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. *J Orthop Sports Phys Ther*, 23(6):348-352.

Xu, D., Hong, Y., Li, J. e Chan, K. (2004): Effect of tai chi exercise on proprioception of ankle and knee joints in old people. *Br J Sports Med* (38), 50–54.