



Escola Superior de Saúde Fernando Pessoa

Licenciatura em Fisioterapia

Projeto de Graduação

**Fatores que Influenciam a Sensação de Posição
Articular do Joelho em Jovens Saudáveis**

Mariana Sofia Vasconcelos dos Santos

Estudante de Fisioterapia

Escola Superior de Saúde Fernando Pessoa

42442@ufp.edu.pt

Joana Santos Azevedo

Orientadora

Escola Superior de Saúde Fernando Pessoa

jsazevedo@ufp.edu.pt

Porto, 30 de maio de 2025

Resumo

Introdução: A sensação de posição articular (SPA) avalia a capacidade de reproduzir posições articulares, podendo ser influenciada por diferentes fatores. **Objetivo:** Investigar quais os fatores que influenciam a SPA do joelho, tais como: o sexo, a dominância, o ângulo-alvo e o índice de massa corporal (IMC). **Metodologia:** Foi conduzido um estudo observacional com 52 jovens saudáveis (27 homens; 25 mulheres). A SPA foi avaliada em ambos os membros para os ângulos de 20° e 45° de flexão do joelho nas posições sentada, decúbito ventral e em pé, através de análise de vídeo. **Resultados:** Não houve diferenças significativas entre sexos ($0.064 < p < 0.934$) nem entre membro dominante e não-dominante ($p > 0.05$). Em posições sentada e em decúbito ventral, o ângulo de 45° apresentou maior erro ($p = 0.004$). Em pé, o erro foi maior aos 20° ($p = 0.025$). Um IMC mais elevado parece levar a erros maiores ($0.003 < p < 0.028$). **Conclusão:** O sexo e a dominância parecem não influenciar a SPA, mas o IMC e o ângulo-alvo afetam a SPA do joelho.

Palavras-chave: Joelho; Sensação de posição articular; Sexo; Dominância; IMC.

Abstract

Introduction: Joint position sense (JPS) assesses the ability to reproduce joint positions and can be influenced by different factors. **Aim:** To investigate the factors influencing the knee JPS, such as sex, limb dominance, target angle, and body mass index (BMI). **Methodology:** An observational study was conducted with 52 healthy young individuals (27 men; 25 women). JPS was assessed in both limbs at 20° and 45° of knee flexion in seated, prone, and standing positions, through video analysis. **Results:** No significant differences were found between sex ($0.064 < p < 0.934$) or between dominant and non-dominant limbs ($p > 0.05$). In the seated and prone positions, the 45° angle showed greater error ($p = 0.004$). In the standing position, the error was greater at 20° ($p = 0.025$). Higher BMI seems to generate greater errors ($0.003 < p < 0.028$). **Conclusion:** Sex and dominance do not appear to influence JPS, while BMI and the target angle affect knee JPS.

Keywords: Knee; Joint position sense; Sex; Dominance; BMI.

1. Introdução

A proprioção é definida pela capacidade de reconhecer o movimento e a posição articular no espaço, caracterizando-se pela acumulação de diversos estímulos neurais provenientes de mecanorreceptores (Conduto, 2012). A sensação de posição articular (SPA) é uma submodalidade da proprioção, consistindo na medição da capacidade de reproduzir precisamente uma amplitude articular anteriormente demonstrada, sem depender de *input* visual (Riemann & Lephart, 2002).

Diferentes mecanorreceptores são responsáveis pelo envio contínuo de *feedback* para o Sistema Nervoso Central (SNC) de forma a garantir o reconhecimento da posição articular no espaço, estando descrito que os mecanorreceptores musculares (como os fusos neuromusculares e os órgãos tendinosos de Golgi) possuem maior contribuição proprioceptiva, seguindo-se os articulares (terminações de Ruffini e Golgi e corpúsculos de Paccini) e, por fim, os recetores cutâneos com uma menor contribuição (Craig & Rollman, 1999; Gandevia & Burke, 1992; Lephart et al., 1998). Relativamente aos mecanorreceptores articulares, estes podem ser estimulados quando a SPA do joelho é avaliada em ângulos próximos das extremidades da amplitude de movimento (Proske, 2023; Riemann & Lephart, 2002). Já os fusos musculares são capazes de fornecer informação ao longo de toda a amplitude de movimento de uma articulação, apesar de os mecanorreceptores musculares se encontrarem mais ativos em amplitudes intermédias (Proske, 2023; Docherty et al., 1998), especialmente entre os 40°-80° de flexão do joelho (Olsson, et al., 2004). Assim, tendo em conta os mecanorreceptores que se pretende avaliar a integridade, a escolha do ângulo-alvo deve ser ponderada tendo em conta esta evidência.

Para além de fatores relacionados com o protocolo de avaliação da SPA, como a escolha dos ângulos-alvo, também existem fatores relacionados com o indivíduo, cuja influência é ainda pouco consensual ou pouco explorada na literatura, sendo que o entendimento do seu efeito na acuidade proprioceptiva poderá ajudar tanto a interpretar determinados resultados obtidos, como a perceber que critérios de elegibilidade serão importantes de considerar, tais como o sexo, a dominância ou o índice de massa corporal (IMC).

Em relação ao sexo, Fouladi et al. (2012) demonstraram que atletas femininas apresentam diferentes níveis de SPA do joelho durante um ciclo menstrual, o que em teoria, poderia levar a diferenças entre os sexos. Contudo, um estudo anterior apresenta conclusões contrárias, afirmando que a diferença entre sexos parece não existir (Azevedo et al.,

2021). No entanto, o número escasso de estudos revela a necessidade de complementar a informação disponível acerca deste fator, para além de estas conclusões serem baseadas em tamanhos amostrais reduzidos e, por isso, pouco representativos.

Relativamente à influência da dominância, indivíduos envolvidos em atividades desportivas apresentam preferência pelo membro dominante para a realização de gestos mais técnicos e dinâmicos, enquanto que o não-dominante assume uma função mais estabilizadora ou de suporte (Fousekis et al., 2010; Teixeira et al., 2011), o que poderia originar diferenças na SPA do joelho entre membros. Contudo, até à data, parece não haver ainda consenso acerca da influência da dominância na SPA do joelho. Por um lado, em indivíduos treinados, não são relatadas diferenças entre membro dominante e não-dominante (Azevedo et al., 2021; Muaidi et al., 2009). Por outro lado, em indivíduos não treinados, parece existir uma acuidade proprioceptiva superior no membro dominante (Azevedo et al., 2021), o que merece mais investigações para ajudar a atingir um consenso.

Relativamente ao IMC, este pode comprometer os mecanorreceptores proprioceptivos através do aumento da carga corporal e das alterações biomecânicas associadas ao excesso de peso. Um estudo anterior em indivíduos com obesidade referiu que estes tendem a apresentar menor acuidade proprioceptiva (Moravveji et al., 2017). No entanto, verifica-se uma escassez de estudos sobre este fator.

Neste sentido, o objetivo principal deste estudo é investigar quais os fatores que influenciam a SPA do joelho, tais como: o sexo, a dominância, o ângulo-alvo e o IMC.

2. Metodologia

2.1. *Design* do Estudo, Participantes e Critérios de Elegibilidade

Foi realizado um estudo observacional e transversal constituído por 52 participantes jovens e saudáveis (27 do sexo masculino e 25 do sexo feminino) que cumpriram os critérios de elegibilidade. A recolha de dados teve lugar na Escola Superior de Saúde Fernando Pessoa.

Os critérios de inclusão consistiram em: participantes de ambos os sexos entre os 18 e os 30 anos (Azevedo et al., 2024), que possuíssem amplitude de movimento de flexão e

extensão do joelho completa (Pradeep et al., 2016); e sem história anterior de lesão nos membros inferiores nos últimos 6 meses (Ju et al., 2010).

Os indivíduos eram excluídos se possuíssem história de cirurgia no membro inferior (Moradi et al., 2014); patologias neurológicas e vestibulares (Salgado et al., 2015); testes de integridade articular positivos (Boerboom et al., 2008); e se se encontrassem medicados com fármacos como sedativos, ansiolíticos, analgésicos, AINEs, relaxantes musculares e antibióticos (Salgado et al., 2015). Os participantes foram ainda advertidos da necessidade de não consumirem álcool, nem de realizar exercício extenuante nas 48 horas anteriores à participação na avaliação de forma a evitar a fadiga muscular.

2.2. Instrumentos

Quanto aos instrumentos utilizados, recorreu-se a um sistema de vídeo constituído por uma câmara do *smartphone* Samsung A25 5G, montado num tripé para gravar os ângulos descritos, e à colocação de marcadores na pele fixados com fita cola de dupla face de forma a ser possível o posterior cálculo dos erros de reposicionamento. Também foi utilizado um goniómetro digital (Parkside HG00962B) que indicou o ângulo-alvo a ser avaliado. De forma a eliminar a informação visual, recorreu-se a uma venda durante a realização de todos os testes. De forma a caracterizar a amostra foi realizado um Questionário de Caracterização da Amostra (Anexo 1).

2.3. Procedimentos metodológicos

Em primeiro lugar, os participantes preencheram o formulário de consentimento informado, seguindo-se o Questionário de Caracterização da Amostra que visou aferir variáveis como a idade, o sexo, o membro inferior dominante, o peso e altura, assim como verificar a presença de possíveis critérios de exclusão. O membro inferior foi declarado pelos participantes como o usado preferencialmente para chutar uma bola. O peso e a altura foram auto-reportados. O IMC foi posteriormente calculado pelas investigadoras tendo sido depois categorizado em duas categorias: IMC normal (se o valor obtido fosse inferior a 25) e sobrepeso (quando igual ou superior a 25 kg/m²), de acordo com as instruções da Organização Mundial de Saúde. Foram ainda testados os testes de integridade articular do joelho (gaveta anterior, Lachman, gaveta posterior, stress em

valgo e em varo), que deveriam ser negativos para que os voluntários pudessem prosseguir com a sua participação.

A realização dos testes foi efetuada com os participantes vendados, sendo que foi utilizado um dinamômetro digital para indicar os ângulos-alvo de 20° (Ali et al., 2013) e 45° de flexão do joelho (Bozkurt et al., 2020). De seguida, o investigador colocava a perna de forma passiva no ângulo em avaliação, instruindo o participante que deveria memorizar esta posição e permanecer na mesma durante cerca de cinco segundos. Depois, deveria regressar à posição inicial e, de seguida, retornar ativamente ao ângulo previamente demonstrado, repetindo este processo três vezes. Tanto o membro dominante como o membro não-dominante foram avaliados.

As avaliações da SPA foram realizadas em três posições diferentes: sentada, decúbito ventral e de pé. Na posição sentada foram realizados dois testes para duas direções distintas: para extensão (movimento concêntrico que iniciaria a 90° de flexão do joelho), e flexão (movimento excêntrico que iniciaria com a extensão completa do joelho). Em decúbito ventral também se teve em conta dois reposicionamentos: para a flexão (movimento concêntrico: partindo da extensão completa do joelho) e a extensão (movimento excêntrico: partindo da flexão do joelho em 90°). Já as avaliações em pé foram realizadas em apoio unipodal (com um agachamento unilateral) e bipodal (agachamento bilateral), sendo que ambos os testes foram iniciados com a extensão completa do joelho e o participante fazia o agachamento até alcançar o ângulo-alvo de forma excêntrica.

Estes testes foram realizados em ordem aleatória, tendo-se por isso aleatorizado a ordem dos membros (dominante/ não dominante), a posição de teste (sentada, decúbito ventral ou em pé), o ângulo-alvo (20°/45°) e o tipo de reposicionamento (concêntrico/excêntrico).

Para posterior análise dos vídeos, foram fixados marcadores no participante na cabeça do perónio, maléolo lateral, a meia distância entre o grande trocânter e o epicôndilo lateral do fémur e, por fim, no epicôndilo lateral do fémur (Clark et al., 2016). Estes dados videográficos foram analisados posteriormente através do *software Kinovea* 0.8.15, sendo que foram retirados 3 *frames* referentes aos últimos 3 segundos de cada posicionamento/reposicionamento para análise no software.

Para estimar a SPA do joelho foi calculado o erro angular absoluto (EAA), que indica a magnitude do erro (Vila-Chã et al., 2023). Este é definido como o valor absoluto da

diferença entre o ângulo-alvo e o ângulo alcançado pelo participante (Bennell et al., 2005).

2.4. Procedimentos éticos

O estudo foi aceite pela Comissão de Ética da Universidade Fernando Pessoa a 21/10/2024, com o número: ESS/PI-621/24-2, tendo os dados sido recolhidos apenas após a aprovação da mesma. Os participantes envolvidos foram informados dos objetivos do estudo e dos procedimentos envolvidos, assim como garantido o anonimato dos dados recolhidos, tendo-lhes sido atribuído um código numérico para este efeito, assim como foram informados que os dados seriam utilizados exclusivamente para a realização deste estudo. Todos os procedimentos respeitaram os princípios da Declaração de Helsínquia.

2.5 Procedimentos estatísticos

A análise estatística foi realizada através do *software* SPSS (versão 26.0 para *Windows*). O nível de significância estatística foi considerado $p < 0.05$. A normalidade da distribuição dos dados foi avaliada através do teste de *Kolmogorov-Smirnov*, a qual não foi confirmada. As variáveis quantitativas (idade, massa corporal, altura, IMC e EAA) foram então descritas através da Mediana e Amplitude Interquartil, enquanto as variáveis categóricas (sexo, dominância e categorias de IMC) foram descritas em frequência (n) e percentagem (%).

O teste não paramétrico de *Wilcoxon* para amostras emparelhadas foi utilizado para comparar os EAA entre o membro dominante e o não-dominante, assim como entre os dois ângulos-alvo avaliados (20° e 45°). O teste de *Mann-Whitney* foi aplicado para comparar os EAA entre sexo masculino e feminino, e entre categorias de IMC.

3. Resultados

Cinquenta e dois participantes aceitaram participar no estudo, dos quais 27 eram do sexo masculino (51.9%) e 25 do sexo feminino (48.1%). A Tabela 1 apresenta a caracterização da amostra total, bem como a distribuição por sexo, relativamente à idade, massa corporal, altura e IMC. O membro dominante era o direito em 46 participantes (88.5%) e o esquerdo em 6 participantes (11.5%).

Tabela 1: Caracterização da amostra total e por grupo de sexo, relativamente à idade, massa corporal, altura e IMC.

	Total (n=52)	Masculino (n=27)	Feminino (n=25)
Idade (anos)	22 (3)	23 (4)	22 (2)
Massa corporal (kg)	70.0 (20.0)	78.0 (15.0)	59.0 (14.3)
Altura (m)	1.75 (0.15)	1.80 (0.08)	1.65 (0.08)
IMC (kg/m²)	22.49 (5.71)	24.07 (4.97)	20.92 (4.64)

Nota: Variáveis descritas em Mediana (Amplitude Interquartil).

A Tabela 2 apresenta a comparação dos EAA entre os sexos nos diferentes testes de SPA do joelho avaliados, utilizando o teste de *Mann-Whitney*. Não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre participantes do sexo masculino e feminino nos EAA ($0.064 < p < 0.934$).

Tabela 2: Comparação entre sexo masculino e feminino nos EAA nos diferentes testes SPA do joelho (em graus).

Posição de teste	Tipo de reposicionamento	Membro	Ângulo alvo	Sexo	Sexo	p
				Masculino (n=27)	Feminino (n=25)	
SENTADO	Concêntrico	DOM	20°	2.6 (3.7)	3.2 (3.5)	0.431
			45°	3.4 (5.1)	3.8 (3.4)	0.714
		NDOM	20°	3.5 (2.5)	2.8 (3.7)	0.601
			45°	4.4 (4.7)	2.9 (4.6)	0.237
	Excêntrico	DOM	20°	2.2 (2.0)	2.0 (2.9)	0.721
			45°	2.6 (3.2)	5.5 (6.0)	0.090
NDOM		20°	2.8 (2.5)	3.3 (3.8)	0.589	
		45°	3.4 (5.1)	4.1 (6.1)	0.515	
DECÚBITO VENTRAL	Concêntrico	DOM	20°	6.2 (5.8)	2.9 (7.1)	0.220
			45°	5.8 (7.3)	3.7 (5.3)	0.355
		NDOM	20°	3.6 (6.6)	4.7 (9.0)	0.728
			45°	4.8 (6.1)	4.9 (6.0)	0.647
	Excêntrico	DOM	20°	3.4 (5.9)	4.5 (4.8)	0.742
			45°	3.7 (5.3)	5.1 (6.9)	0.673
NDOM		20°	4.8 (3.7)	6.6 (5.3)	0.210	
		45°	4.0 (4.2)	6.6 (9.6)	0.064	
DE PÉ	Unipodal	DOM	20°	2.2 (3.5)	3.9 (4.3)	0.128
			45°	3.4 (3.9)	2.1 (2.2)	0.608
		NDOM	20°	4.8 (3.7)	6.0 (5.0)	0.673
			45°	2.7 (3.7)	3.0 (2.8)	0.934
	Bipodal	20°	5.0 (4.9)	3.3 (4.1)	0.332	
		45°	3.6 (3.4)	3.0 (3.3)	0.492	

Nota: Variáveis descritas em Mediana (Intervalo Interquartil); EAA: erros angulares absolutos; DOM: membro dominante; NDOM: membro não-dominante.

A Tabela 3 apresenta os resultados da comparação dos EAA entre o membro dominante e não-dominante nos diferentes testes aplicados, de acordo com o teste de *Wilcoxon*. Verificou-se que não existiram diferenças estatisticamente significativas entre os membros em nenhum dos testes de SPA do joelho ($p>0.05$).

Tabela 3: Comparação dos EAA entre membro dominante e não-dominante nos diferentes testes de SPA (em graus).

Posição de teste	Tipo de reposicionamento	Ângulo alvo	Membro	EAA	<i>p</i>
SENTADO	Concêntrico	20°	DOM NDOM	2.9 (3.7) 3.0 (2.8)	0.588
		45°	DOM NDOM	3.7 (4.8) 3.4 (4.7)	0.582
	Excêntrico	20°	DOM NDOM	2.1 (2.5) 2.8 (3.7)	0.062
		45°	DOM NDOM	3.5 (4.7) 3.5 (5.1)	0.807
DECÚBITO VENTRAL	Concêntrico	20°	DOM NDOM	4.6 (6.6) 4.1 (6.9)	0.899
		45°	DOM NDOM	5.3 (6.6) 4.8 (6.3)	0.521
	Excêntrico	20°	DOM NDOM	3.6 (5.5) 5.2 (4.6)	0.441
		45°	DOM NDOM	4.5 (5.7) 5.3 (7.5)	0.341
DE PÉ	Unipodal	20°	DOM NDOM	3.0 (4.2) 2.8 (3.1)	0.151
		45°	DOM NDOM	2.3 (2.8) 2.3 (3.2)	0.442

Nota: Variáveis descritas em Mediana (Amplitude Interquartil); EAA: erros angulares absolutos; DOM: membro dominante; NDOM: membro não-dominante.

A Tabela 4 apresenta a comparação dos EAA entre o ângulo-alvo intermédio (45°) e o extremo (20°) nos diferentes testes de SPA aplicados. O teste de *Wilcoxon* revelou uma diferença estatisticamente significativa entre os ângulos no teste de reposicionamento excêntrico da posição sentada do membro dominante ($p=0.004$), no qual os EAA foram superiores na amplitude dos 45°. Os restantes testes em posição sentado e em decúbito ventral sugerem a mesma tendência, embora sem significância estatística ($p>0.05$). Em contraste, no teste unipodal com o membro dominante, observaram-se diferenças significativas nos EAA, sendo que, neste caso, os valores foram superiores no

reposicionamento para os 20° ($p=0.025$). Esta tendência parece manter-se nos restantes testes realizados em pé, embora também sem alcançar significância estatística ($p>0.05$).

Tabela 4: Comparação dos EAA entre ângulos-alvo nos diferentes testes de SPA (em graus).

Posição de teste	Tipo de reposicionamento	Membro	Ângulo-alvo	EAA	p^a	
SENTADO	Concêntrico	DOM	20°	2.9 (3.7)	0.412	
			45°	3.7 (4.8)		
		NDOM		20°	3.0 (2.8)	0.188
				45°	3.4 (4.7)	
	Excêntrico	DOM		20°	2.1 (2.5)	0.004*
				45°	3.5 (4.7)	
	NDOM		20°	2.8 (3.7)	0.087	
			45°	3.5 (5.1)		
DECÚBITO VENTRAL	Concêntrico	DOM	20°	4.6 (6.6)	0.873	
			45°	5.3 (6.6)		
		NDOM		20°	4.1 (6.9)	0.606
				45°	4.8 (6.3)	
	Excêntrico	DOM		20°	3.6 (5.5)	0.497
				45°	4.5 (5.7)	
	NDOM		20°	5.2 (4.6)	0.197	
			45°	5.3 (7.5)		
DE PÉ	Unipodal	DOM	20°	3.0 (4.2)	0.025*	
			45°	2.3 (2.8)		
		NDOM		20°	2.8 (3.1)	0.636
				45°	2.3 (3.2)	
	Bipodal			20°	4.3 (4.3)	0.104
				45°	4.3 (4.3)	

Nota: Variáveis descritas em Mediana (Amplitude Interquartil); EAA: erros angulares absolutos; DOM: membro dominante; NDOM: membro não-dominante; * $p<0.05$

A Tabela 5 apresenta os resultados do teste de *Mann-Whitney* para a comparação dos EAA entre categorias de IMC (normal e sobrepeso). Foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre estas categorias no teste concêntrico em posição sentada do membro não-dominante para a amplitude de 20° ($p=0.003$), e no teste excêntrico em posição sentada do membro dominante para a amplitude de 45° ($p=0.028$). Em ambos os casos, os participantes com sobrepeso apresentaram erros significativamente superiores aos dos participantes com IMC normal.

Tabela 2: Comparação dos EAA entre categorias de IMC normal e sobrepeso nos diferentes testes de SPA (em graus).

Posição de teste	Tipo de reposicionamento	Membro	Ângulo alvo	Normal (n=35)	Sobrepeso (n=17)	<i>p</i>
SENTADO	Concêntrico	DOM	20°	3.2 (3.3)	2.5 (3.7)	0.226
			45°	4.2 (5.4)	2.6 (3.2)	0.065
		NDOM	20°	1.7 (1.7)	3.9 (3.0)	0.003*
			45°	2.7 (5.2)	4.2 (2.9)	0.250
	Excêntrico	DOM	20°	2.1 (3.0)	2.5 (2.3)	0.946
			45°	2.2 (4.3)	4.1 (4.2)	0.028*
		NDOM	20°	2.4 (3.9)	3.0 (2.8)	0.364
			45°	3.0 (4.9)	4.7 (7.5)	0.194
DECÚBITO VENTRAL	Concêntrico	DOM	20°	4.8 (5.8)	6.7 (7.9)	0.136
			45°	4.6 (7.3)	3.7 (5.9)	0.619
		NDOM	20°	4.0 (7.0)	4.1 (7.2)	0.682
			45°	5.4 (5.7)	4.2 (8.0)	0.250
	Excêntrico	DOM	20°	3.5 (4.1)	3.6 (6.4)	0.946
			45°	4.5 (4.6)	4.9 (7.9)	0.718
		NDOM	20°	5.2 (4.6)	6.3 (6.1)	0.329
			45°	5.0 (7.8)	5.3 (5.4)	0.992
DE PÉ	Unipodal	DOM	20°	3.6 (3.3)	1.6 (5.2)	0.181
			45°	2.4 (3.0)	1.7 (3.5)	0.682
		NDOM	20°	2.3 (3.4)	2.3 (2.4)	0.718
			45°	2.5 (2.6)	3.0 (3.1)	0.226
	Bipodal	20°	4.3 (4.4)	2.2 (4.3)	0.090	
		45°	3.3 (3.8)	2.9 (3.1)	0.891	

Nota: Variáveis descritas em Mediana (Amplitude Interquartil); EAA: erros angulares absolutos; DOM: membro dominante; NDOM: membro não-dominante; * $p < 0.05$.

4. Discussão

Este estudo teve como principal objetivo investigar quais os fatores que influenciam a SPA do joelho, tais como: o sexo, a dominância, o ângulo alvo e o IMC. De forma geral, não foram identificadas diferenças significativas na acuidade propriocetiva entre sexo feminino e masculino nem entre membro dominante e membro não-dominante. No entanto, um IMC compatível com uma categoria de sobrepeso parece influenciar negativamente a SPA do joelho, assim como se verifica uma influência do ângulo-alvo no que diz respeito à acuidade obtida entre ângulos correspondentes a amplitudes extremas e intermédias, tendo em conta a posição de teste em que a SPA é avaliada.

A variação na taxa de determinadas lesões ao nível do joelho, nomeadamente as ligamentares, como a rutura do ligamento cruzado anterior (LCA), tem impulsionado a realização de estudos sobre possíveis diferenças propriocetivas entre sexos (Bush et al., 2021; Bush et al., 2023; Kim et al., 2017). De facto, a literatura demonstra que a taxa de lesão do LCA é cerca de três vezes superior em atletas do sexo feminino quando comparadas com atletas do sexo masculino. Vários são os fatores apontados para estas diferenças, nomeadamente intrínsecos, como um ângulo Q superior, ou a morfologia do espaço intercondilar, observadas no sexo feminino (Ghiasi & Akbari, 2007; Griffin et al., 2000; Hewett et al., 2005). Para além destes fatores anatómicos, padrões de movimento menos favoráveis são também verificados, como aterragens com valgo acentuado do joelho e menor flexão durante o impacto. Estes fatores biomecânicos alterados do membro inferior nas atividades dinâmicas referidas, contribuem igualmente para uma maior vulnerabilidade de atletas femininas (Griffin et al., 2000; Hewett et al., 2005). Outro aspeto a ter em conta é a influência das flutuações hormonais ao longo do ciclo menstrual. Com efeito, Fouladi et al. (2012) descreve diferenças significativas na acuidade propriocetiva do joelho ao longo de um ciclo menstrual, o que teoricamente poderia levar a diferenças entre sexos nesta variável (Fouladi et al., 2012). No entanto, o presente estudo não encontrou diferenças estatisticamente significativas entre sexos. Estes resultados corroboram as conclusões anteriores de Ghiasi & Akbari (2007) e Cug et al. (2016), que também verificaram que o sexo não constitui um fator determinante para a propriocepção do joelho. Assim, os fatores relacionados com a acuidade propriocetiva parecem não justificar a maior taxa de lesão ligamentar no joelho no sexo feminino, sugerindo-se que as diferenças anatómicas e biomecânicas anteriormente

discutidas poderão desempenhar um papel mais relevante (Bush et al., 2023; Hewett et al., 2005).

Relativamente à dominância, no presente estudo não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre o membro dominante e não-dominante no que diz respeito à acuidade propriocetiva do joelho. Estes resultados estão em concordância com os de Lee & Lim (2023), que, apesar de inicialmente terem formulado a hipótese de que o membro dominante apresentaria melhor desempenho, também não observaram diferenças significativas. Resultados semelhantes foram reportados por Azevedo et al. (2021) em jogadores de futebol, onde, apesar das funções assimétricas atribuídas a cada membro durante os gestos técnicos (com o membro dominante mais envolvido em ações dinâmicas e o não-dominante a assumir um papel mais estabilizador) (Fousekis et al., 2010; Teixeira et al., 2011), não foram identificadas diferenças propriocetivas estatisticamente relevantes. No entanto, no mesmo estudo, verificou-se que em indivíduos não-treinados, existiam diferenças significativas entre os membros, com o membro dominante a apresentar melhores resultados. Estes dados sugerem que o nível de atividade física pode influenciar a acuidade propriocetiva, o que poderá justificar a falta de consenso nos resultados reportados na literatura relativamente à influência da dominância.

De forma geral, nos testes realizados nas posições sentada e decúbito ventral, o ângulo-alvo de 45° pareceu registar erros superiores quando comparada com o ângulo de 20°. Quando a SPA do joelho é testada em amplitudes próximas do limite da amplitude articular são estimulados os mecanorreceptores articulares, enquanto que nas amplitudes intermédias, os mecanorreceptores ativados são os musculares (Gandevia & Burke, 1992; Lephart, et al., 1998; Craig & Rollman, 1999). No entanto, o fuso neuromuscular, apesar de ser um mecanorreceptor muscular e, por isso, estar mais ativo em amplitudes intermédias, é também capaz de dar informação acerca da posição dos segmentos em toda a amplitude de movimento da articulação, inclusive em amplitudes extremas (Proske, 2023). Desta forma, quando o reposicionamento é testado para uma amplitude extrema como a de 20°, é de esperar uma contribuição cumulativa dos mecanorreceptores articulares e musculares, o que culmina numa acuidade superior nestas amplitudes comparativamente às intermédias, justificando assim os resultados obtidos no presente estudo relativamente às posições de sentada e decúbito ventral.

Pelo contrário, no presente estudo verificou-se que na posição de pé os erros de

reposicionamento foram inferiores na amplitude de 45° em comparação com os 20° de flexão, sugerindo assim uma maior acuidade proprioceptiva quando a capacidade de reposicionamento é avaliada para uma amplitude intermédia. Uma possível explicação para este resultado pode estar relacionada com o facto de o movimento nesta posição ser realizado em cadeia cinética fechada, contrariamente às outras posições testadas, o que desde já, de acordo com Andersen et al. (1995), leva a uma maior ativação dos mecanorreceptores musculares. Esta maior ativação contribui para um aumento da informação sensorial aferente, favorecendo a percepção da posição articular. Adicionalmente, os fusos musculares são recetores particularmente sensíveis ao alongamento das fibras musculares sendo responsáveis por fornecer informação contínua sobre a posição e a velocidade do movimento (Proske, 2023). Neste contexto, importa considerar que, ao executar um agachamento até atingir os 45° de flexão do joelho, a quantidade de amplitude de movimento percorrida é superior ao de apenas 20°, o que implica um maior grau de alongamento dos músculos envolvidos. Este maior alongamento poderá potenciar uma frequência de disparo mais elevada dos fusos neuromusculares, e por isso resultar numa percepção mais precisa da posição articular em amplitudes intermédias.

Quanto ao IMC, verificou-se que indivíduos com maior IMC possuem maiores erros de reposicionamento. Estes resultados são corroborados por Wang et al. (2008), que similarmente associaram a obesidade a um défice proprioceptivo no joelho, tanto em crianças como adultos obesos. Embora o mecanismo exato que causa este défice não seja completamente compreendido, supõe-se que o excesso de peso e tamanho corporal seja um fator principal (Hills & Parker, 1991; McGraw et al., 2000; Moravveiji, et al., 2017). Em indivíduos com maior IMC, os mecanorreceptores, como os encontrados na superfície plantar do pé (mecanorreceptores cutâneos, como os corpúsculos de Meissner e Merkel) e nos músculos ao redor do tornozelo e joelho (mecanorreceptores musculares, como os fusos musculares e os órgãos tendinosos de Golgi), podem funcionar de maneira diferente, sugerindo que a sobrecarga articular em indivíduos obesos pode levar ao desgaste da cartilagem, prejudicando o *input* proprioceptivo assegurado por estes mecanorreceptores (Moravveiji et al., 2017).

As principais limitações a apontar neste estudo são: o tamanho da amostra, que poderia ter sido superior, assim como o facto de se ter avaliado indivíduos apenas na faixa etária

entre os 18 e os 30 anos, não sendo possível extrapolar estes resultados para outras faixas etárias.

5. Conclusão

De forma geral, os resultados do presente estudo sugerem que o sexo e a dominância não influenciam a SPA do joelho de jovens saudáveis. No entanto, um IMC mais elevado parece afetar negativamente a acuidade proprioceptiva. Relativamente à influência dos ângulos-alvo, apesar de em amplitudes intermédias e extremas se estimular diferentes mecanorreceptores, sendo por isso relevante a avaliação em ângulos-alvo correspondentes a ambas as amplitudes, a posição em que o teste é realizado parece também influenciar os erros de reposicionamento obtidos. Nos testes em posição sentada e de decúbito ventral, ou seja, em cadeia cinética aberta, é sugerido que os erros são superiores em amplitudes intermédias. Pelo contrário, testes realizados em pé, ou seja, em cadeia cinética fechada, os erros tendem a ser superiores em amplitudes extremas.

Futuras investigações deverão ter em conta amostras mais robustas e diversificadas, nomeadamente noutras faixas etárias, de forma a contribuir para uma melhor compreensão dos fatores que influenciam a SPA do joelho.

6. Bibliografia

- Ali, Y., Farzaneh, G., & Homayoon, A. (2013). The Effect of Fatigue on the Ankle and Knee Proprioception and Dynamic Control of Posture. *International Journal of Sports Sciences & Fitness*, 3(2), 235-249. <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=s3h&AN=90508075&lang=pt-pt&site=ehost-live&scope=site>
- Andersen, S. B., Terwilliger, D. M., & Denegar, C. R. (1995). Comparison of Open versus Closed Kinetic Chain Test Positions for Measuring Joint Position Sense. *Journal of sport rehabilitation*, 4(3), 165-171. <https://doi.org/10.1123/jsr.4.3.165>
- Azevedo, J., Rodrigues, S., Moreira-Silva, I., Cardoso, R., & Seixas, A. (2024). Acute effects of muscle fatigue on the knee joint-position sense of trained and non-trained individuals. *Athena Health & Research Journal*, 1(1). <https://doi.org/10.62741/ahrj.v1i1.8>
- Azevedo, J., Rodrigues, S., & Seixas, A. (2021). The influence of sports practice, dominance and gender on the knee joint position sense. *The Knee*, 28, 117-123. <https://doi.org/10.1016/j.knee.2020.11.013>
- Bennell, K., Wee, E., Crossley, K., Stillman, B., & Hodges, P. (2005). Effects of experimentally-induced anterior knee pain on knee joint position sense in healthy individuals. *J. Orthop. Res.*, 23(1), 46-53. <https://doi.org/10.1016/j.orthres.2004.06.008>
- Boerboom, A., Huizinga, M., Kaan, W., Stewart, R. E., Hof, A. L., Bulstra, S., & Diercks, R. (2008). Validation of a method to measure the proprioception of the knee. *Gait & Posture*, 28(4), 610-614. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2008.04.007>
- Bozkurt, S., Özer, Ç., Kuzay, D., DemİR, P., & Meray, J. (2020). The Effect of a Single Session of Eccentric Exercise on Proprioception and Oxidative Stress in Knee Osteoarthritis: A Preliminary Study. *Journal of Physical Medicine & Rehabilitation Sciences*, 23(3), 191-200. <https://doi.org/10.31609/jpmrs.2020-74173>
- Busch, A., Bangerter, C., Mayer, F., & Baur, H. (2023). Reliability of the active knee joint position sense test and influence of limb dominance and sex. *Scientific Reports*, 13(1), 152. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-26932-2>

- Busch, A., Blasimann, A., Mayer, F., & Baur, H. (2021). Alterations in sensorimotor function after ACL reconstruction during active joint position sense testing. A systematic review. *PloS One*, *16*(6), e0253503. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0253503>
- Clark, N. C., Akins, J. S., Heebner, N. R., Sell, T. C., Abt, J. P., Lovalekar, M., & Lephart, S. M. (2016). Reliability and measurement precision of concentric-to-isometric and eccentric-to-isometric knee active joint position sense tests in uninjured physically active adults. *Physical Therapy in Sport*, *18*, 38-45. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2015.06.005>
- Conduta, F. L. (2012). La importancia de la propiocepción. Una revisión bibliográfica. *EFDeportes.com, Revista Digital*, *16*(165). <http://www.efdeportes.com/>
- Craig, J. C., & Rollman, G. B. (1999). Somesthesia. *Annual Review of Psychology*, *50*(1), 305-331. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.50.1.305>
- Cug, M., Wikstrom, E. A., Golshaei, B., & Kirazci, S. (2016). The Effects of Sex, Limb Dominance, and Soccer Participation on Knee Proprioception and Dynamic Postural Control. *Journal of Sport Rehabilitation*, *25*(1), 31–39. <https://doi.org/10.1123/jsr.2014-0250>
- Docherty, C. L., Moore, J. H., & Arnold, B. L. (1998). Effects of strength training on strength development and joint position sense in functionally unstable ankles. *J. Athl. Train.*, *33*(4), 310-314. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1320579/pdf/jathtrain00012-0016.pdf>
- Fouladi, R., Rajabi, R., Naseri, N., Pourkazemi, F., & Geranmayeh, M. (2012). Menstrual cycle and knee joint position sense in healthy female athletes. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, *20*(8), 1647-1652. <https://doi.org/10.1007/s00167-011-1811-7>
- Fousekis, K., Tsepis, E., & Vagenas, G. (2010). Lower limb strength in professional soccer players: profile, asymmetry, and training age. *Journal of Sports Science & Medicine*, *9*(3), 364-373.
- Gandevia, S. C., & Burke, D. (1992). Does the nervous system depend on kinesthetic information to control natural limb movements? *Behavioral and Brain Sciences*, *15*, 614-632. <https://doi.org/10.1017/S0140525X0007254X>

Ghiasi, F., & Akbari, A. (2007). Comparison of the effects of open and closed kinematic chain and different target position on the knee joint position sense. *J Med Sci*, 7(6), 969-976. <https://doi.org/10.3923/jms.2007.969.976>

Griffin, L. Y., Agel, J., Albohm, M. J., Arendt, E. A., Dick, R. W., Garrett, W. E., Garrick, J. G., Hewett, T. E., Huston, L., Ireland, M. L., Johnson, R. J., Kibler, W. B., Lephart, S., Lewis, J. L., Lindenfeld, T. N., Mandelbaum, B. R., Marchak, P., Teitz, C. C., & Wojtys, E. M. (2000). Noncontact anterior cruciate ligament injuries: risk factors and prevention strategies. *The Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, 8(3), 141–150. <https://doi.org/10.5435/00124635-200005000-00001>

Hewett, T. E., Myer, G. D., & Ford, K. R. (2005). *Biomechanical measures of neuromuscular control and valgus loading of the knee predict anterior cruciate ligament injury risk in female athletes: A prospective study*. *The American Journal of Sports Medicine*, 33(4), 492–501. <https://doi.org/10.1177/0363546504269591>

Hills, A. P., & Parker, A. W. (1991). Gait characteristics of obese children. *Arch Phys Med Rehabil*, 72(6), 403-407. <http://dx.doi.org/10.1097/01241398-199111000-00032>

Ju, Y. Y., Wang, C. W., & Cheng, H. Y. K. (2010). Effects of active fatiguing movement versus passive repetitive movement on knee proprioception. *Clinical Biomechanics*, 25(7), 708-712. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2010.04.017>

Kim, H. J., Lee, J. H., & Lee, D. H. (2017). Proprioception in Patients With Anterior Cruciate Ligament Tears: A Meta-analysis Comparing Injured and Uninjured Limbs. *The American Journal of Sports Medicine*, 45(12), 2916–2922. <https://doi.org/10.1177/0363546516682231>

Lee, Y., & Lim, C. (2023). Reference value of knee position sense in weight-bearing and non-weight-bearing conditions. *Knee Surgery & Related Research*, 35(25). <https://doi.org/10.1186/s43019-023-00073-9>

Lephart, S. M., Pincivero, D. M., & Rozzi, S. L. (1998). Proprioception of the ankle and knee. *Sports Medicine*, 25(3), 149-155. [https://doi.org/0112-1642/98/0003-0149/\\$03.50/0](https://doi.org/0112-1642/98/0003-0149/$03.50/0)

McGraw, B., McClenaghan, B. A., Williams, H. G., Dickerson, J., & Ward, D. S. (2000). Gait and postural stability in obese and nonobese prepubertal boys. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 81(4), 484-489. <http://dx.doi.org/10.1053/mr.2000.3782>

Moradi, A., Rajabi, R., Minoonejad, H., & Aghaei, M. (2014). The Acute Effect of Static Stretching of Quadriceps, Hamstrings and Gastrocnemius Muscles on Knee Joint Position Sense in Football Players. *Physical Treatments - Specific Physical Therapy*, 4(2), 83-89. <http://ptj.uswr.ac.ir/article-1-147-en.html>

Moravveji, H., Ghanbari, A., & Kamali, F. (2017). Proprioception of knee joint in athletes and non-athletes obese. *Global Journal of Health Science*, 9(2), 286. <https://doi.org/10.5539/gjhs.v9n2p286>

Muaidi, Q., Nicholson, L., & Refshauge, K. (2009). Do elite athletes exhibit enhanced proprioceptive acuity, range and strength of knee rotation compared with non-athletes? *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 19(1), 103-112. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2008.00783.x>

Olsson, L., Lund, H., Henriksen, M., Rogind, H., Bliddal, H., & Danneskiold-Samsøe, B. (2004). Test–retest reliability of a knee joint position sense measurement method in sitting and prone position. *Adv. Physiother.*, 6(1), 37-47. <https://doi.org/10.1080/14038190310009894>

Pradeep, T., Solomen, S., & Aaron, P. (2016). The influence of dynamic stretch of quadriceps, hamstrings and its combined stretch effect on knee joint position sense (JPS) in healthy adults. *International Journal of Multidisciplinary Research and Development*, 3(7), 50-54.

Proske, U. (2023). A reassessment of the role of joint receptors in human position sense. *Experimental Brain Research*, 241(4), 943-949. <https://doi.org/10.1007/s00221-023-06582-0>

Riemann, B. L., & Lephart, S. M. (2002). The sensorimotor system, part I: The physiologic basis of functional joint stability. *Journal of Athletic Training*, 37(1), 71-79. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC164311/pdf/attr_37_01_0071.pdf

Salgado, E., Ribeiro, F., & Oliveira, J. (2015). Joint-position sense is altered by football pre-participation warm-up exercise and match induced fatigue. *The Knee*, 22(3), 243-248. <https://doi.org/10.1016/j.knee.2014.10.002>

Teixeira, L. A., De Oliveira, D. L., Romano, R. G., & Correa, S. C. (2011). Leg preference and interlateral asymmetry of balance stability in soccer players. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 82(1), 21-27.

<https://doi.org/https://doi.org/10.1080/02701367.2011.10599718>

Vila-Chã, C., Bovolini, A., Francisco, C., Costa-Brito, A. R., Vaz, C., Rua-Alonso, M., de Paz, J. A., Vieira, T., & Mendonca, G. V. (2023). Acute effects of isotonic eccentric exercise on the neuromuscular function of knee extensors vary according to the motor task: impact on muscle strength profiles, proprioception and balance. *Frontiers in Sports and Active Living*, 5, 1273152. <https://doi.org/10.3389/fspor.2023.1273152>

Wang, L., Li, J. X., Xu, D. Q., & Hong, Y. L. (2008). Proprioception of ankle and knee joints in obese boys and nonobese boys. *Medical Science Monitor*, 14(3), CR129-CR135.

Anexo I - Questionário de Caracterização da Amostra

Código:

Dados Pessoais

Idade: _____

Sexo: Feminino _____

Masculino: _____

Peso: _____ kg

Altura: _____ m

Membro Dominante: _____

- Teve alguma lesão no membro inferior nos últimos 6 meses? – Sim ____ Não ____
 - Se sim, por favor, indique qual: _____
- Já realizou alguma cirurgia no membro inferior? - Sim ____ Não ____
 - Se sim, por favor, indique qual: _____
- Tem alguma patologia cardiorrespiratória, neurológica ou vestibular? –
Sim ____ Não ____
 - Se sim, por favor, indique qual: _____
- Encontra-se a tomar medicação (sedativos, ansiolíticos, antibióticos, analgésicos, AINE's, miorrelaxantes, antibióticos)? - Sim ____ Não ____
 - Se sim, por favor indique qual: _____

A preencher pela investigadora

Teste de Lachman _____ Gaveta anterior _____ Gaveta Posterior _____

Stress em valgo _____

Stress em varo _____

ROM Joelho completa? Sim ____ Não ____

Obrigada pela sua colaboração!