

## ARTIGO DE INVESTIGAÇÃO (ORIGINAL)

# Efeito da crioterapia na temperatura superficial do joelho em contexto de artroplastia total: Um estudo quasi-experimental

*The effect of cryotherapy on knee surface temperature after total knee arthroplasty: A quasi-experimental study*

*Efecto de la crioterapia sobre la temperatura de la superficie de la rodilla en el contexto de una artroplastia total: Un estudio casiexperimental*

Vasco Aurélio Machado Ribeiro <sup>1</sup> <https://orcid.org/0009-0004-4411-041X>Maria Manuela Pereira Machado <sup>2,3,4</sup> <https://orcid.org/0000-0003-2867-435X>Fernando Alberto Soares Petronilho <sup>2,3,4</sup> <https://orcid.org/0000-0002-3903-9100>

<sup>1</sup> Centro Hospitalar Póvoa Varzim/Vila Conde, Ortopedia, Póvoa do Varzim, Portugal

<sup>2</sup> Universidade do Minho, Escola Superior de Enfermagem, Braga, Portugal

<sup>3</sup> Unidade de Investigação em Ciências da Saúde: Enfermagem (UICISA: E), Escola Superior de Enfermagem de Coimbra (ESENFC), Coimbra, Portugal

<sup>4</sup> Centro de Investigação em Enfermagem (CIEnf), Universidade do Minho, Braga, Portugal

**Autor de correspondência**

Fernando Alberto Soares Petronilho

E-mail: [fpetronilho@ese.uminho.pt](mailto:fpetronilho@ese.uminho.pt)

Recebido: 29.05.23

Aceite: 29.01.24

**Resumo**

**Enquadramento:** A crioterapia é utilizada no pós-operatório da artroplastia total (AT) do joelho, visando a diminuição da dor, processo inflamatório, perda sanguínea, metabolismo celular e contenção do edema. A crioterapia obtém efeitos terapêuticos para valores de temperatura superficial cutânea (TempSC)  $\leq 15^{\circ}\text{C}$ .

**Objetivo:** Avaliar o efeito da crioterapia, utilizando diferentes interfaces, sobre a TempSC do joelho da pessoa submetida a AT.

**Metodologia:** Estudo quase-experimental, fatorial 1X4X6: uma modalidade de crioterapia (saco gelo) versus quatro interfaces - ligadura Robert Jones (LRJ), malha tubular (MT), pano fino (PF) e compressa não-tecido (CNT) - versus seis tempos de aplicação da crioterapia (10, 20, 30, 40, 50 e 60 minutos). A amostra, de conveniência, inclui 60 participantes, com distribuição aleatória por quatro grupos experimentais (interfaces). Foram realizadas 720 aplicações de crioterapia.

**Resultados:** Em nenhum grupo experimental foi observado descida da TempSC para valores terapêuticos, obtendo-se as seguintes médias: LRJ =  $34,13^{\circ}\text{C}$ ; MT =  $23,90^{\circ}\text{C}$ ; PF =  $22,84^{\circ}\text{C}$  e CNT =  $21,92^{\circ}\text{C}$ .

**Conclusão:** Nas condições experimentais em estudo, a crioterapia não obteve efeito terapêutico.

**Palavras-chave:** artroplastia do joelho; crioterapia; temperatura cutânea

**Abstract**

**Background:** Cryotherapy is used during the postoperative phase of total knee arthroplasty to reduce pain, inflammation, blood loss, cell metabolism, and edema. The therapeutic effects of cryotherapy are achieved when skin surface temperatures are at or below  $15^{\circ}\text{C}$ .

**Objective:** To determine the effect of cryotherapy on the skin surface temperature of a knee undergoing total knee arthroplasty using different interfaces.

**Methodology:** A 1X4X6 quasi-experimental and factorial study was conducted, comparing one modality of cryotherapy (ice bag), four interfaces (Robert Jones-type bandage, tubular mesh bandage, thin pillowcase-type cloth, and non-woven compress), and six periods of cryotherapy administration (10, 20, 30, 40, 50, and 60 minutes) on a knee undergoing total knee arthroplasty. The sample consisted of 60 participants randomly assigned to one of the four experimental groups (interfaces). A total of 720 cryotherapy treatments were administered.

**Results:** There was no decrease in skin surface temperature to therapeutic levels in any of the experimental groups. The mean values obtained were: Robert Jones-type bandage =  $34.13^{\circ}\text{C}$ ; tubular mesh bandage =  $23.90^{\circ}\text{C}$ ; thin pillowcase-type cloth =  $22.84^{\circ}\text{C}$ , and non-woven compress =  $21.92^{\circ}\text{C}$ .

**Conclusion:** Under the experimental conditions studied, cryotherapy had no therapeutic effect.

**Keywords:** knee arthroplasty; cryotherapy; skin temperature

**Resumen**

**Marco contextual:** La crioterapia se utiliza en el posoperatorio de la artroplastia total (AT) de rodilla para reducir el dolor, la inflamación, la pérdida de sangre, el metabolismo celular y la contención del edema. La crioterapia consigue efectos terapéuticos para valores de temperatura de la superficie cutánea (TempSC)  $\leq 15^{\circ}\text{C}$ .

**Objetivo:** Evaluar el efecto de la crioterapia utilizando diferentes interfaces sobre la TempSC de la rodilla de la persona sometida a una AT.

**Metodología:** Estudio casiexperimental, factorial 1X4X6, una modalidad de crioterapia (bolsa de hielo) frente a cuatro interfaces - vendaje Robert Jones (LRJ), malla tubular (MT), tela fina (PF) y compresa no tejida (CNT) - frente a seis tiempos de aplicación de la crioterapia (10, 20, 30, 40, 50 y 60 minutos). La muestra de conveniencia incluyó 60 participantes, asignados aleatoriamente a cuatro grupos experimentales (interfaces). Se realizaron 720 aplicaciones de crioterapia.

**Resultados:** En ninguno de los grupos experimentales se produjo un descenso de la TempSC para valores terapéuticos y se obtuvieron las siguientes medias: LRJ =  $34,13^{\circ}\text{C}$ ; MT =  $23,90^{\circ}\text{C}$ ; PF =  $22,84^{\circ}\text{C}$  y CNT =  $21,92^{\circ}\text{C}$ .

**Conclusión:** En las condiciones experimentales estudiadas, la crioterapia no tuvo ningún efecto terapéutico.

**Palabras clave:** artroplastia de rodilla; crioterapia; temperatura cutánea



**Como citar este artigo:** Ribeiro, V. A., Machado, M. M., & Petronilho, F. A. (2024). Efeito da crioterapia na temperatura superficial do joelho em contexto de artroplastia total: um estudo quasi-experimental. *Revista de Enfermagem Referência*, 6(3, Supl. 1), e31331. <https://doi.org/10.12707/RVI23.68.31331>



## Introdução

Na prática clínica de enfermagem, a crioterapia é frequentemente aplicada no joelho submetido a artroplastia total (AT), principalmente nos três primeiros dias de pós-operatório, com o objetivo de diminuir a dor, controlar o processo inflamatório, reduzir a perda sanguínea, conter o edema e diminuir o metabolismo celular (Cameron, 2019; Ostrowski et al., 2019; Thacoor & Sandiford, 2019; Ueyama et al., 2018). Desta *praxis*, surge alguma problematização relacionada com a observação dos efeitos terapêuticos da crioterapia neste contexto.

Vários trabalhos de investigação procuraram aferir os efeitos terapêuticos da crioterapia no joelho da pessoa submetida a AT, cujos resultados não foram consensuais (Bélanger, 2015). Contudo, a revisão da literatura realizada por Thacoor e Sandiford (2019), tendo como objetivo sintetizar evidência sobre os efeitos terapêuticos da crioterapia no joelho da pessoa com AT, revelou que a crioterapia tem demonstrado alguns benefícios terapêuticos. Assim, avaliar a eficácia da aplicação da crioterapia carece de mais evidência que permita ajudar na decisão dos profissionais de saúde quanto à sua utilização, nomeadamente, i) se as modalidades de crioterapia habitualmente utilizadas são eficientes no arrefecimento dos tecidos para valores terapêuticos, ii) que interfaces, ou dispositivos, colocados entre a modalidade de crioterapia e a pele, são mais eficientes; iii) qual é o tempo de aplicação mais ajustado à localização anatômica, à modalidade de crioterapia e à interface e, iv) se a temperatura superficial cutânea (TempSC) basal do joelho submetido a AT influencia a eficiência térmica das modalidades de crioterapia. Face ao exposto, uma das questões que surge e que motivou o presente estudo é: qual o efeito da interface utilizada na capacidade térmica da modalidade de crioterapia, tendo como finalidade diminuir e manter a temperatura dos tecidos para valores considerados terapêuticos? Tendo em conta este enquadramento, foi definido como objetivo geral para esta investigação: avaliar o efeito da crioterapia, utilizando diferentes interfaces, sobre a TempSC do joelho da pessoa submetida a AT.

## Enquadramento

De acordo, com a Agência Americana para Pesquisa e Qualidade em Saúde (2022), nos Estados Unidos, anualmente, são realizadas mais de 754.000 cirurgias de artroplastia total do joelho. Este procedimento visa substituir as superfícies articulares da articulação do joelho, cuja deterioração é consequente a artrite causada por osteoartrose, artrite reumatoide e artrose pós-traumática (American Academy of Orthopaedic Surgeons, 2020). A crioterapia consiste na aplicação de frio, sendo definida como o uso de criogéneses de superfície para diminuir a temperatura dos tecidos moles para fins terapêuticos (Bélanger, 2015; Cameron, 2019; Ostrowski et al., 2019; Thacoor & Sandiford, 2019; Ueyama et al., 2018). Segundo Bélanger (2015), são considerados valores terapêuticos de aplicação de crioterapia no joelho da pessoa submetida a AT quando se atinge  $TempSC \leq 15^\circ C$ . Existe uma diversidade de fatores que influenciam o

sistema termodinâmico e o arrefecimento dos tecidos, nomeadamente: i) diferença entre a temperatura corporal e a modalidade de crioterapia (temperaturas iniciais); ii) dimensões da modalidade de crioterapia; iii) superfície corporal em contacto com a modalidade de crioterapia; iv) localização anatômica (tecido adiposo subcutâneo e massa muscular); v) capacidade de armazenamento do calor da modalidade de crioterapia; vi) capacidade térmica da modalidade da crioterapia; vii) entalpia de fusão (calor de fusão); viii) duração da aplicação da crioterapia; ix) tipo de interface; x) variabilidade individual; xi) crioterapia com compressão e xii) temperatura ambiental e atividade física (Bélanger, 2015; Gregório et al., 2014; Knight, 2000; Merrick et al., 2003; Tomchuk et al., 2010).

A interface utilizada entre a modalidade de crioterapia e a pele do joelho é um dos fatores a considerar. No pós-operatório da AT do joelho são utilizados vários apósitos cirúrgicos (pensos, ligaduras, compressa ou outros) para proteger a ferida operatória do ambiente externo até à remoção do material de sutura. O apósito cirúrgico, bem como o material utilizado sob algumas modalidades de crioterapia para prevenir queimaduras pelo frio (compressa, toalha, pano ou outros), funcionam como resistência à troca de energia térmica entre a pele e a modalidade de crioterapia. A sua composição, espessura e tamanho poderão limitar a eficiência térmica da crioterapia e, por conseguinte, a diminuição (e manutenção) da temperatura do joelho para valores considerados terapêuticos (Bélanger, 2015; Knight, 2000; Merrick et al., 2003).

Apesar da crioterapia ser uma intervenção terapêutica frequentemente utilizada pelos profissionais de saúde e, particularmente pelos enfermeiros nos cuidados à pessoa com AT do joelho, os seus resultados terapêuticos não são consensuais, evidenciando a necessidade de mais investigação que fundamente com maior robustez a aplicação da crioterapia (Bélanger, 2015; Cameron, 2019; Ostrowski et al., 2019; Thacoor & Sandiford, 2019).

## Hipóteses

H1 - A aplicação da crioterapia com saco de gelo sobre a ligadura tipo Robert Jones (LRJ) diminui a TempSC do joelho submetido a AT, para valores terapêuticos, no pós-operatório; H2 - A aplicação da crioterapia com saco de gelo sobre a malha tubular (MT) diminui a TempSC do joelho submetido a AT, para valores terapêuticos, no pós-operatório; H3 - A aplicação da crioterapia com saco de gelo sobre pano fino tipo fronha (PF) diminui a TempSC do joelho submetido a AT, para valores terapêuticos no pós-operatório; H4 - A aplicação da crioterapia com saco de gelo sobre uma compressa não-tecido 15X20cm desdobrada (CNT) diminui a TempSC do joelho submetido a AT, para valores terapêuticos no pós-operatório.

## Metodologia

Reproduziu-se um desenho de investigação baseado no modelo em uso nos cuidados de enfermagem de várias



unidades de saúde de Portugal, que envolve a aplicação da crioterapia, com saco de gelo, no pós-operatório, durante três dias, na pessoa submetida a AT do joelho. Optou-se por um estudo de natureza quasi-experimental e fatorial - 1X4X6 (Coutinho, 2019), isto é, uma modalidade de crioterapia *versus* quatro interfaces *versus* seis períodos de aplicação da crioterapia no joelho submetido a AT. A amostra foi constituída por 60 pessoas internadas num serviço de ortopedia de um centro hospitalar da região Norte de Portugal. O tipo de amostragem foi de conveniência com distribuição aleatória dos participantes por quatro grupos experimentais (quatro interfaces), 15 em cada grupo. Esta aleatorização consistiu em distribuir os participantes de forma consecutiva pelos quatro grupos experimentais tendo em conta a ordem cronológica de admissão na unidade de cuidados. Foram definidos como critérios de inclusão: i) pessoas com idade  $\geq 18$  anos; ii) submetidas a AT primária do joelho, por osteoartrite; iii) capacidade mental conservada; iv) ter um internamento com, pelo menos, 4 dias de pós-operatório. Como critérios de exclusão foram definidos: i) alteração da sensibilidade cutânea do joelho; ii) ferida aberta no joelho (flictenas ou deiscência da ferida operatória); iii) temperatura ciliar  $\geq 38^\circ\text{C}$ ; iv) qualquer condição de saúde que contraindique a aplicação do frio (*e.g.* doença de Raynaud; crioglobulinemia, flebite, trombose venosa profunda no

membro inferior; Cameron, 2019). Durante o período de recolha de dados não houve perda de participantes. Definiu-se como variáveis independentes: i) modalidade de crioterapia (saco plástico de dimensões 30cmx40cm de 1,2 litros, contendo 1400mg de cubos de gelo e uma área de contacto na superfície cutânea do joelho de aproximadamente 900cm<sup>2</sup>, com fixação ao joelho através de uma cinta elástica com velcro de 10X100 cm); ii) quatro interfaces: LRJ, MT, PF e CNT; iii) localização anatómica onde foi monitorizada a TempSC (faces lateral e medial do joelho com AT); e iv) tempo de crioterapia (10, 20, 30, 40, 50 e 60 minutos). Definiu-se como variável dependente a TempSC do joelho submetido a AT, após crioterapia. A crioterapia foi aplicada, com os participantes em repouso no leito, sobre o penso cirúrgico e nas áreas adjacentes. Para não expor os participantes a risco acrescido de infeção pela manipulação do penso cirúrgico, a monitorização da TempSC foi realizada nas zonas do joelho não cobertas pelo mesmo, com recurso a um dispositivo de avaliação por condução tipo termopar (termómetro termoeletrico), com uma sonda conectada a um *software* para registo do seu valor. A recolha de dados foi realizada entre 1 de abril e 31 de dezembro de 2021. A Tabela 1 mostra a distribuição do tempo de crioterapia no pós-operatório (PO) e o período do dia em que foi realizado o tratamento.

**Tabela 1**

*Distribuição do tempo de crioterapia pelo dia de PO e período do dia do tratamento*

Período do dia do tratamento	Dia de pós-operatório (PO) e tempo de tratamento (min)		
	1.º dia PO	2.º dia PO	3.º dia PO
Manhã	10 min	30 min	50 min
Tarde	20 min	40 min	60 min

*Nota.* PO = Pós-operatório.

Sendo cada grupo experimental constituído por 15 participantes, cada grupo realizou 90 tratamentos (seis aplicações de crioterapia por participante nos primeiros três dias de pós-operatório). A temperatura foi avaliada nas faces medial e lateral do joelho. Valores de TempSC inferior ou igual a 15°C são considerados terapêuticos; valores entre 16 e 27°C são considerados *subótimos*, podendo ser observados alguns efeitos terapêuticos; valores entre 28 e 35°C são considerados sem efeito terapêutico (Bélangier, 2015). No tratamento de dados, com recurso ao programa IBM SPSS *statistics*, versão 28.0, foram utilizadas medidas de estatística descritiva e inferencial (teste Wilcoxon e teste Kruskal Wallis), com nível de significância  $p \leq 0,05$  (Marôco, 2018). O estudo obteve parecer favorável da Comissão de Ética para a Investigação em Ciências da Vida e da Saúde da instituição de ensino superior onde está integrado o trabalho académico (Parecer CEICVS 020/2020), bem como da Comissão de Ética para a Saúde e do Conselho de Administração do centro hospitalar onde foi realizado (Parecer 2021-337- CHPVVC CA). Foram assegurados os princípios éticos constantes na Declaração

de Helsínquia, nomeadamente a garantia da proteção da saúde e o consentimento informado dos participantes.

## Resultados

Na amostra constituída por 60 participantes, a média de idades é de 70,2 anos ( $DP = 6,96$ ; min = 49, máx. = 84). A maioria (73,3%;  $n = 44$ ) são do sexo feminino. Em 55% ( $n = 33$ ) a cirurgia (AT) foi efetuada ao joelho direito e o IMC medio é de 30,1 ( $DP = 5,51$ ; min=19,3, máx.= 40,9).

Os resultados serão apresentados tendo em conta a ordem com que as quatro hipóteses do estudo foram definidas. A Tabela 2 mostra os valores médios obtidos de TempSC em cada um dos quatro grupos experimentais (interfaces) para cada tempo de tratamento de crioterapia (10, 20, 30, 40, 50 e 60 minutos) e nas duas localizações anatómicas do joelho sujeitas a tratamento: face lateral (FLatJ) e medial (FMedJ). Para a decisão sobre cada uma das hipóteses definidas – ser verdadeira ou falsa – é

importante ter presente que, neste estudo, foi considerado efeito terapêutico da crioterapia, valores médios para

cada grupo experimental (interface) de TempSC  $\leq 15^{\circ}\text{C}$  (Bélanger, 2015).

**Tabela 2**

*Scores médios TempSC nos quatro grupos experimentais (4 interfaces)*

Localização anatômica do joelho	Ligadura tipo Robert Jones		Malha tubular		Pano fino		Compressa não tecido		
	ac	b	ac	b	ac	b	ac	b	
Face lateral	34,19	34,53	25,08	34,43	23,57	34,52	23,02	34,43	
Face medial	34,07	34,49	22,73	33,96	22,11	34,44	20,83	34,33	
Faces lateral + medial	34,13	34,51	23,90	34,20	22,84	34,48	21,92	34,38	
Face lateral	10min	33,75	34,00	25,47	34,45	24,24	34,48	22,76	34,31
	20min	34,30	34,59	25,67	34,21	24,25	34,53	23,71	34,54
	30min	34,28	34,72	24,39	34,42	22,89	34,65	22,81	34,54
	40min	34,57	34,91	25,52	34,63	24,79	34,43	23,19	34,12
	50min	34,12	34,77	24,52	34,44	23,77	34,81	23,45	34,69
	60min	34,14	34,20	24,89	34,40	21,48	34,22	22,18	34,40
Face medial	10min	33,73	34,25	24,43	33,79	23,50	34,22	21,87	34,07
	20min	34,08	34,68	22,70	33,81	21,96	34,25	20,95	34,57
	30min	33,64	34,25	22,61	33,93	22,17	34,42	20,94	34,36
	40min	34,50	34,88	22,29	34,04	22,70	34,44	21,32	33,80
	50min	34,34	34,87	21,79	34,27	21,35	34,75	19,48	34,63
	60min	34,10	34,03	22,57	33,94	20,95	34,53	20,42	34,54

*Nota.* ac = TempSC média após crioterapia; b = TempSC basal.

### Aplicação da crioterapia sobre a ligadura Robert Jones

Os resultados apresentados na Tabela 2 mostram que no grupo LRJ, os valores médios de TempSC nunca atingiram valores considerados terapêuticos. O valor de TempSC médio observado foi de  $34,13^{\circ}\text{C}$ , após crioterapia, variando entre  $33,64^{\circ}\text{C}$  (30 minutos, FMedJ) e  $34,57^{\circ}\text{C}$  (40 minutos, FLatJ). Assim, os resultados obtidos permitem afirmar que H1 – A aplicação da crioterapia com saco de gelo sobre a LRJ diminui a TempSC do joelho submetido a AT, para valores terapêuticos, no pós-operatório - é falsa. Ou seja, a aplicação da crioterapia com saco de gelo sobre a LRJ não diminui a TempSC do joelho submetido a AT para valores terapêuticos, no pós-operatório.

### Aplicação da crioterapia sobre a malha tubular

Da análise às TempSC médias observadas (Tabela 2), verifica-se que, quando a crioterapia foi aplicada, tendo como interface a MT, ficou a que Bélanger (2015) designa de valores de *subótimos*. Neste sentido, a TempSC não atingiu o desejado padrão terapêutico, ficando entre o padrão térmico basal dos tecidos e o padrão terapêutico. O valor médio de TempSC observado foi de  $23,90^{\circ}\text{C}$ , variando entre  $21,79^{\circ}\text{C}$  (50 minutos, FMedJ) e  $25,67^{\circ}\text{C}$  (20 minutos, FLatJ). Assim, conclui-se que a aplicação da crioterapia com saco de gelo sobre a MT não diminui a TempSC do joelho submetido a AT para valores terapêuticos, no pós-operatório. Tal como se verificou em H1, H2 - A aplicação da crioterapia com saco de gelo

sobre a MT diminui a TempSC do joelho submetido a AT, para valores terapêuticos, no pós-operatório - é igualmente falsa.

### Aplicação da crioterapia sobre o pano fino

A Tabela 2 mostra-nos que no grupo da PF, os valores médios de TempSC nunca atingiram valores considerados terapêuticos. O valor de TempSC médio observado foi de  $22,84^{\circ}\text{C}$  variando entre  $20,95^{\circ}\text{C}$  (60 minutos, FMedJ) e  $24,79^{\circ}\text{C}$  (40 minutos, FLatJ). Tal como aconteceu no grupo experimental MT, os valores médios registados são considerados *subótimos*. Todavia, ao contrário dos dois grupos experimentais – LRJ e MT - verificou-se neste grupo, no total das 180 observações, em quatro destas foram atingidos valores da TempSC terapêuticos: i) três casos foram observados na face lateral do joelho, dos quais dois com a aplicação da crioterapia durante 60 minutos ( $13,31^{\circ}\text{C}$  e  $13,38^{\circ}\text{C}$ ) e um caso quando a crioterapia foi aplicada durante 50 minutos ( $14,7^{\circ}\text{C}$ ) e, ii) um caso foi observado na face medial do joelho com aplicação de crioterapia durante 50 minutos ( $14,43^{\circ}\text{C}$ ). Apesar de terem sido observados, excepcionalmente, nestes quatro casos, valores de TempSC considerados terapêuticos, conclui-se ainda assim que a aplicação da crioterapia com saco de gelo sobre a PF, tendo em conta os valores médios de TempSC, não diminui a TempSC do joelho submetido a AT para valores terapêuticos, no pós-operatório. Deste modo, conclui-se que H3 – A aplicação da crioterapia com saco de gelo sobre PF diminui a TempSC

do joelho submetido a AT, para valores terapêuticos no pós-operatório - é também falsa.

**Aplicação da crioterapia sobre a compressa não tecido**

Quando a crioterapia foi aplicada tendo como interface a CNT, o valor médio de TempSC foi de 21,92°C, variando entre 19,48°C (50 minutos, FMedJ) e 23,71°C (20 minutos, FLaTJ; Tabela 2), sendo estes valores considerados, mais uma vez, de *subótimos* (Bélanger, 2015). Tal como aconteceu na interface PF, é importante referir que, das 180 aplicações de crioterapia, foram atingidos valores de TempSC considerados terapêuticos em seis observações: i) dois casos foram observados na face lateral do joelho quando a crioterapia foi aplicada durante 10 minutos (14,96°C) e 40 minutos (14,87°C); ii) quatro casos foram observados na face medial do joelho com a aplicação da crioterapia durante 20 minutos (14,91°C) e, no mesmo participante, quando a crioterapia foi aplicada durante 10 minutos (13,27°C), 20 minutos (14,21°C) e 50 minutos (12,36°C). Tal como ocorreu no grupo experimental PF, apesar de serem observados, excepcionalmente, nestes seis casos valores de TempSC considerados terapêuticos, con-

clui-se igualmente que a aplicação da crioterapia com saco de gelo sobre a CNT, tendo em conta os valores médios de TempSC, e de acordo com a maioria dos autores, não diminui a TempSC do joelho submetido a AT para valores terapêuticos, no pós-operatório. Deste modo, conclui-se que H4 - A aplicação da crioterapia com saco de gelo sobre uma CNT diminui a TempSC do joelho submetido a AT, para valores terapêuticos no pós-operatório - é falsa.

**Diferenças entre a TempSC basal e após crioterapia, em cada tempo de aplicação, por grupo experimental (avaliação intragrupos)**

O teste Wilcoxon mostra que, com a LRJ, a aplicação de crioterapia na face lateral do joelho não obteve, nos seis tempos de aplicação, diferenças estatisticamente significativas entre a TempSC basal e após crioterapia, quer na face lateral quer na face medial. Todavia, nos restantes grupos experimentais - MT, PF e CNT – os resultados da Tabela 3 mostram que houve diferenças estatisticamente significativas em todos os tempos de aplicação da crioterapia e nas duas localizações anatómicas – faces lateral e medial ( $p < 0,001$ ).

**Tabela 3**

*Diferenças entre a TempSC basal e após crioterapia, em cada tempo de aplicação, por grupo experimental*

Grupo experimental (Interface)	Localização anatómica do joelho	Teste	Tempo de crioterapia (minutos)					
			10	20	30	40	50	60
Ligadura Robert Jones	Face lateral	Z	-1,477b	-,966 b	-2,215 b	-1,819 b	-2,726 b	-1,193 b
		p	0,147	0,359	0,026	0,073	0,004	0,247
	Face medial	Z	-2,613 b	-2,045 b	-2,359 b	-2,073 b	-2,499 b	-0,170 c
		p	0,007	0,040	0,016	0,036	0,010	0,890
Malha tubular	Face lateral	Z	-3,408b	-3,408b	-3,408b	-3,408b	-3,408b	-3,408b
		p	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
	Face medial	Z	-3,408 b	-3,408 b	-3,408 b	-3,408 b	-3,408 b	-3,408 b
		p	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Pano fino	Face lateral	Z	-3,408 b	-3,408 b	-3,408 b	-3,408 b	-3,408 b	-3,408 b
		p	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
	Face medial	Z	-3,408 b	-3,408 b	-3,408 b	-3,408 b	-3,408 b	-3,408 b
		p	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Compressa não tecido	Face lateral	Z	-3,408 b	-3,408 b	-3,408 b	-3,408 b	-3,408 b	-3,408 b
		p	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
	Face medial	Z	-3,408 b	-3,408 b	-3,408 b	-3,408 b	-3,408 b	-3,408 b
		p	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001

Nota. b = Based on positive ranks; c = Based on negative ranks; Z = teste de Wilcoxon.

**Diferenças na diminuição da TempSC após crioterapia, em cada tempo de aplicação, entre os 4 grupos experimentais (avaliação intergrupos)**

Com recurso ao teste Kruskal Wallis verificaram-se, entre os quatro grupos experimentais e nos seis tempos de aplicação da crioterapia (10, 20, 30, 40, 50 e 60 min.), diferenças sig-

nificativas ( $p < 0,001$ ) na diminuição da TempSC do joelho submetido a AT, quer na face lateral quer na face medial do joelho (Tabela 4). Quando se procedeu às comparações entre os quatro grupos experimentais, as diferenças estatisticamente significativas foram encontradas entre: i) CNT e LRJ ( $p < 0,001$ ), ii) PF e LRJ ( $p < 0,001$ ), e iii) MT e LRJ ( $p < 0,001$ ).



**Tabela 4**

*Diferenças na diminuição da TempSC do joelho submetido a AT, nos seis tempos de aplicação da crioterapia, entre os 4 grupos experimentais*

Localização anatómica do joelho	Teste	Tempo de crioterapia (minutos)					
		10	20	30	40	50	60
Face lateral	$\chi^2$	35,880	35,205	34,423	35,529	34,142	36,895
	$p$	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Face medial	$\chi^2$	34,474	33,865	33,451	34,791	34,706	35,880
	$p$	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001

Nota.  $\chi^2$  = teste Kruskal-Wallis;  $p$  = Significância.

## Discussão

No grupo LRJ não foi observado efeito terapêutico em nenhuma das 180 aplicações de crioterapia. Entre a TempSC média observada (34,13°C), após crioterapia, e a TempSC considerada terapêutica, obteve-se um significativo diferencial térmico (19,13°C). Assim, não foi possível observar efeitos terapêuticos nem *subótimos* quando se utilizou como interface a LRJ. Nos grupos que tiveram como interfaces MT, PF e CNT, a diminuição da TempSC foi evidente em todos os períodos de aplicação da crioterapia. Contudo, estes resultados não significaram a obtenção de valores considerados terapêuticos. O grupo da interface MT obteve TempSC média de 23,90°C, ficando a 8,9°C de atingir os valores terapêuticos. O grupo PF obteve TempSC média, de 22,84°C, ficando a 7,84°C dos valores terapêuticos. Já o grupo CNT obteve TempSC média, de 21,92°C, ficando a 6,92°C dos valores terapêuticos. Estes resultados demonstram que a TempSC média do joelho submetido a AT, após aplicação da crioterapia nos grupos MT, PF e CNT, não atingiu os valores considerados com efeito terapêutico, ficando em valores que Bélanger (2015) designa *subótimos*. No padrão *subótimo*, provavelmente, poderão ser observados alguns efeitos terapêuticos alocados à crioterapia, todavia, sem a robustez, magnitude e intensidade desejada.

O teste *Wilcoxon* mostra-nos que, com exceção da LRJ, em cada um dos restantes grupos experimentais (MT, PF e CNT), houve diferenças estatisticamente significativas em todos os tempos de aplicação da crioterapia e nas duas localizações anatómicas – faces lateral e medial ( $p < 0,001$ ). Contudo, sendo de destacar os resultados obtidos nas três interfaces (MT, PF e CNT), estes poderão não ser clinicamente relevantes, na medida em que a diminuição da TempSC, excepcionalmente, atingiu efeitos terapêuticos (Bélanger, 2015). Os resultados do teste *Kruskal Wallis* mostraram diferenças significativas ( $p < 0,001$ ) na diminuição da TempSC nos seis tempos de aplicação da crioterapia (10, 20, 30, 40, 50 e 60 min.), entre os quatro grupos experimentais, quer na face lateral quer na face medial do joelho (Tabela 3).

Outro aspeto a considerar para a avaliação do impacto terapêutico da crioterapia no joelho submetido a AT, foi o número de casos que obtiveram valores de TempSC

terapêuticos. Nos grupos LRJ e MT, nas 180 aplicações de crioterapia realizadas em cada grupo, não foram registados quaisquer valores considerados terapêuticos. No grupo PF, quatro casos que obtiveram TempSC terapêutica e no grupo CNT foram observados seis casos. No grupo PF, os quatro casos observados com TempSC terapêutica, representam apenas 2,2% das 180 aplicações de crioterapia (90 na face lateral e 90 na face medial do joelho). Tendo em conta o objetivo de diminuir a TempSC para valores considerados terapêuticos, esta percentagem poderá ser considerada pouco relevante. No grupo CNT, os seis casos observados com TempSC terapêutica representam 3,3% das 180 aplicações de crioterapia realizadas. Poderemos considerar, também, uma percentagem pouco relevante, tal como no grupo PF.

De acordo com as TempSC médias obtidas nos diferentes tempos de aplicação da crioterapia e a ausência de casos com TempSC com efeito terapêutico, a utilização da LRJ não é recomendável. Nos grupos MT, PF e CNT poderá, pontualmente, ser observado algum efeito terapêutico da crioterapia, com a obtenção de valores *subótimos*. No entanto, sem a magnitude, robustez e frequência desejada. Ainda assim, os resultados demonstram que o grupo com valores mais próximos dos valores terapêuticos foi o grupo da CNT.

Um dos resultados relevantes deste estudo, foi o facto de se verificar entre as quatro interfaces e nos seis tempos de aplicação da crioterapia, diferenças na diminuição da TempSC, com significado estatístico ( $p < 0,001$ ), nas duas faces do joelho avaliadas - lateral e medial (Tabela 4). Vários estudos confirmam os efeitos positivos da crioterapia no joelho submetido a AT. No entanto, noutros estudos, esses mesmos efeitos não são observados (Aggarwal et al., 2023; Bélanger, 2015; Demoulin et al., 2012; Thacoor & Sandiford, 2019). Estas diferenças podem estar relacionadas com a obtenção de valores *subótimos* da TempSC após crioterapia e com o NNT (*Number Needed to Treat*) aplicado.

No estudo realizado por Demoulin et al. (2012), foram observados valores da TempSC terapêuticos ( $\leq 15^\circ\text{C}$ ), após aplicar crioterapia gasosa (“*Cryotron TM*”) no joelho com AT. No entanto, a crioterapia foi aplicada diretamente na pele, sendo a TempSC obtida de 14 °C, avaliada com um termómetro de infravermelhos. O único elemento

do sistema termodinâmico comum ao presente estudo foi o tipo de cirurgia (joelho submetido AT), não sendo possível a comparação dos resultados.

Comparando os resultados deste estudo com outros onde a crioterapia foi aplicada noutras localizações anatómicas - tornozelo, coxa e tríceps sural - constatamos a existência de valores de TempSC considerados terapêuticos (Ibrahim et al., 2005; Kanlayanaphotporn & Janwantanakul, 2005; Janwantanakul, 2004; Love et al., 2013; Merrick et al., 2003; Ostrowski et al., 2019; Santos et al., 2015; Tassignon et al., 2018). Contudo, há fatores que poderão justificar as diferenças com a presente investigação, concretamente: i) os participantes eram jovens, com média de idades de 31,3 anos; ii) a localização anatómica onde foi aplicada a crioterapia, não foi o joelho. Apenas nos estudos de Ibrahim et al (2005) e Tassignon et al (2018) a crioterapia foi aplicada no joelho, mas sem AT; iii) a crioterapia foi aplicada em pessoas que não se encontravam no pós-operatório recente de AT do joelho.

No grupo PF, as quatro observações de TempSC com valores terapêuticos ocorreram em apenas dois participantes, assim como no grupo CNT as seis observações de TempSC com valores terapêuticos, ocorreram em apenas três participantes. Tendo-se verificado que foram os mesmos participantes a atingirem valores de TempSC considerados terapêuticos em períodos de aplicação de crioterapia diferentes, poderá indicar que, cada indivíduo, tem um perfil térmico próprio de reação à crioterapia. Por outro lado, sendo os valores de TempSC com efeito terapêutico observados em períodos de aplicação da crioterapia mais prolongados (50 e 60 minutos) poderá indicar que com maior tempo de aplicação de crioterapia obter-se-á melhores resultados na diminuição da TempSC. Neste estudo, o sistema termodinâmico composto pelo saco de gelo, as quatro interfaces utilizadas e o tecido tegumentar, não conseguiu produzir uma robustez térmica necessária para diminuir a TempSC do joelho submetido a AT para valores terapêuticos, apesar de se verificarem diferenças entre os grupos experimentais e de se ter observado alguns valores médios de TempSC *subótimos* (Bélanger, 2015). Como limitações desta investigação, destacam-se: i) temperatura ambiente. O estudo foi realizado em contexto real (numa unidade de internamento hospitalar), não tendo sido possível o seu controle, podendo influenciar a TempSC basal e após crioterapia; ii) variabilidade individual. Por um lado, a temperatura corporal, mesmo numa condição apirética, pode variar de indivíduo para indivíduo, com possíveis implicações na eficácia da crioterapia sobre a TempSC. Por outro lado, o peso corporal (tecido adiposo e massa muscular), também como fator que pode influenciar a eficácia da crioterapia sobre a TempSC e que também não foi controlado.

## Conclusão

Neste estudo, o grupo CNT foi o que apresentou melhores resultados na diminuição da TempSC após crioterapia. A crioterapia é utilizada, com grande frequência, em contextos clínicos, no pós-operatório imediato da AT do joelho e em

tudo o processo de reabilitação como um meio terapêutico eficaz. No entanto, não há evidência robusta que justifique o uso de uma modalidade de crioterapia sobre as demais. O conhecimento atual é ainda insuficiente para afirmar a sua eficácia na diminuição da TempSC para valores considerados terapêuticos. À luz do conhecimento produzido neste estudo e na falta de outro tipo de modalidade de crioterapia ou enquadramento termodinâmico, recomenda-se que na prática clínica os enfermeiros utilizem como interface, na sua aplicação à pessoa submetida a AT joelho, a compressa não tecido, durante 50 a 60 minutos. A ligadura de Robert Jones, sendo uma das interfaces mais utilizadas na prática clínica, neste estudo, revelou-se a menos eficaz na diminuição da TempSC.

A comparação dos resultados obtidos na presente investigação e os encontrados na literatura, requer uma análise cuidadosa, na medida em que o sistema termodinâmico utilizado para a monitorização da TempSC do joelho submetido a AT pode produzir resultados diferentes. Este estudo contribuiu para a produção de evidência sobre a eficácia da crioterapia como intervenção terapêutica no pós-operatório da pessoa submetida a AT do joelho. No entanto, é necessário a realização de mais estudos que permitam desenvolver dispositivos de crioterapia que garantam a segurança e a eficiência térmica do arrefecimento corporal para valores considerados terapêuticos.

## Contribuição de autores

Conceptualização: Ribeiro, V. A., Machado, M. M., Petronilho, F. A.

Tratamento de dados: Ribeiro, V. A., Petronilho, F. A.

Análise formal: Ribeiro, V. A., Machado, M. M., Petronilho, F. A.

Investigação: Ribeiro, V. A., Machado, M. M., Petronilho, F. A.

Metodologia: Ribeiro, V. A., Machado, M. M., Petronilho, F. A.

Administração do projeto: Ribeiro, V. A., Petronilho, F. A.

Recursos: Ribeiro, V. A.,

Supervisão: Ribeiro, V. A., Machado, M. M., Petronilho, F. A.

Visualização: Ribeiro, V. A., Machado, M. M., Petronilho, F. A.

Redação - rascunho original: Ribeiro, V. A., Machado, M. M., Petronilho, F. A.

Redação - análise e edição: Ribeiro, V. A., Machado, M. M., Petronilho, F. A.

## Referências bibliográficas

- Agency for Healthcare Research and Quality (2022). *Total-knee-replacement-statistics*. <https://idataresearch.com/total-knee-replacement-statistics-2017-younger-patients-driving-growth/>
- Aggarwal, A., Adie, S., Harris, I. A., & Naylor, J. (2023). Cryotherapy following total knee replacement. *Cochrane Database System Review*, 9(9), CD007911. <https://doi.org/10.1002/14651858>
- American Academy of Orthopaedic Surgeons (2020). *Total knee replacement*. <https://orthoinfo.aaos.org/en/treatment/total-knee-replacement/>



- Bélangier, A. Y. (2015). *Therapeutic electrophysical agents: Evidence behind practice* (3<sup>a</sup> ed.). Lippincott Williams & Wilkins.
- Cameron, M. (2019). *Agentes físicos en rehabilitación: Práctica basada en la evidencia* (5<sup>a</sup> ed.). Elsevier.
- Coutinho, C. (2019). *Metodologia de investigação em ciências sociais e humanas: Teoria e prática* (2<sup>a</sup> ed.). Edições Almedina.
- Demoulin, C., Brouwers, M., Darot, S., Gillet, P., Crielaard, J. M., & Vanderthommen, M. (2012). Comparison of gaseous cryotherapy with more traditional forms of cryotherapy following total knee arthroplasty. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*, 55(4), 229–240. <https://doi.org/10.1016/j.rehab.2012.03.004>
- Gregório, O., Cavalheiro, R., Tirelli, R., Fréz, A., Ruaro, M., & Ruaro, J. (2014). Influence of cryotherapy application time on skin sensitivity. *Revista Dor*, 15(1), 9-12. <https://doi.org/10.5935/1806-0013.20140003>
- <https://europepmc.org/backend/ptpmcrender.fcgi?accid=PMC5950750&blobtype=pf>
- Ibrahim, T., Ong, S. M., & Taylor, G. J. (2005). The effects of different dressings on the skin temperature of the knee during cryotherapy. *The Knee*, 12(1), 21–23. <https://doi.org/10.1016/j.knee.2004.02.006>
- Janwantanakul, P. (2004). Different rate of cooling time and magnitude of cooling temperature during ice bag treatment with and without damp towel wrap. *Physical Therapy in Sport*, 5(3), 156–161. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2004.02.004>
- Kanlayanaphotporn, R., & Janwantanakul, P. (2005). Comparison of skin surface temperature during the application of various cryotherapy modalities. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 86(7), 1411–1415. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2004.11.034>
- Knight, K. (2000). *Crioterapia no tratamento das lesões esportivas*. Editora Manole.
- Love, H. N., Pritchard, K. A., Hart, J. M., & Saliba, S. A. (2013). Cryotherapy effects, part 1: Comparison of skin temperatures and patient-reported sensations for different modes of administration. *International Journal of Athletic Therapy & Training*, 18(5), 22–25. <https://doi.org/10.1123/ijatt.18.5.22>
- Marôco, J. (2018). *Análise estatística com o SPSS statistics* (7<sup>a</sup> ed.). ReportNumber.
- Merrick, M. A., Jutte, L. S., & Smith, M. E. (2003). Cold modalities with different thermodynamic properties produce different surface and intramuscular temperatures. *Journal of Athletic Training*, 38(1), 28–33. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC155508/>
- Ostrowski, J., Purchio, A., Beck, M., & Leisinger, J. (2019). Effectiveness of salted ice bag versus cryocompression on decreasing intramuscular and skin temperature. *Journal of Sport Rehabilitation*, 28(2), 120–125. <https://doi.org/10.1123/jsr.2017-017>
- Santos, V., Cardoso, C., Figueiredo, C., & Macedo, C. (2015). Effect of cryotherapy on the ankle temperature in athletes: Ice pack and cold water immersion. *Fisioterapia em Movimento*, 28(1), 23–30. <https://doi.org/10.1590/0103-5150.028.001.AO02>
- Tassignon, B., Serrien, B., Pauw, K., Baeyens, J.-P., & Meeusen, R. (2018). Continuous knee cooling affects functional hop performance: A randomized controlled trial. *Journal of Sports Science & Medicine*, 17(2), 322–329.
- Thacoor, A., & Sandiford, N. A. (2019). Cryotherapy following total knee arthroplasty: What is the evidence? *Journal of Orthopaedic Surgery*, 27(1), 1-6. <https://doi.org/10.1177/2309499019832752>
- Tomchuk, D., Rubbley, M. D., Holcomb, W. R., Guadagnoli, M., & Tarno, J. M. (2010). The magnitude of tissue cooling during cryotherapy with varied types of compression. *Journal of Athletic Training*, 45(3), 230–237. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-45.3.230>
- Ueyama, M., Takamura, D., Nakajima, R., Harada, J., Iwata, K., Maekawa, T., Iwaki, K., & Yasuda, T. (2018). Alterations in deep tissue temperature around the knee after total knee arthroplasty: Its association with knee motion recovery in the early phase. *Physical Therapy Research*, 21(1), 1–8. <https://doi.org/10.1298/ptr.E9931>