

**Efeitos Agudos da Aplicação de Técnicas de Facilitação  
Proprioceptiva Neuromuscular na rigidez arterial em  
indivíduos com Doença das artérias coronárias**

---

Dissertação elaborada com vista à obtenção do Grau de Mestre em Exercício e Saúde

Orientador(a): Professora Doutora Maria Helena Santa-Clara Pombo Rodrigues

Júri:

Presidente

Professor Doutor Raul Alexandre Nunes da Silva Oliveira

Vogais

Professora Doutora Maria Helena Santa Clara Pombo Rodrigues

Professora Doutora Ângela Maria Correia de Figueiredo Abreu Pereira

**Ana Filipa Lourenço Duarte**

**2020**



## Agradecimentos

A execução deste trabalho necessitou da colaboração de um grupo de pessoas extraordinárias que me deu imenso apoio e não poderia deixar de agradecer.

Em primeiro agradecer à Professora Doutora Helena Santa Clara, minha orientadora, pela disponibilidade, exigência, rigor científico, críticas construtivas e compreensão pois só assim foi possível a realização deste trabalho.

Ao grupo de Fisiologistas a laboral no programa CRECUL e no programa CORLIS, que possibilitaram e facilitaram a conclusão da componente prática do trabalho científico, são eles, Vanessa, Rita, Vítor, obrigada também pela formação para a utilização do software e hardware refere ao complior. Um agradecimento enorme à Madalena aos meus colegas Pedro e Miguel pela facilitação no agendamento dos doentes em estudo e agilização do processo.

Um agradecimento muito especial ao Vítor e à Vanessa pois a partilha de conhecimento, críticas construtivas, e toda a ajuda tanto na componente prática como teórica na fase final do trabalho foram imprescindíveis, foi um gosto aprender convosco.

Um óbvio agradecimento à minha família, especial ao meu pai José Duarte e minha Mãe Paula Duarte pelo apoio incondicional ao longo de todo o processo, terem feito com que mantivesse o equilíbrio, num ano de particular dificuldade na gestão de todos os compromissos por mim celebrados, pelo amor, paciência, apoio e capacidade de acreditar em mim, mesmo nos momentos que nem eu acredito que é possível.

À minha avó Alice, ao colega David e ao namorado Tiago que se voluntariaram para serem minhas cobaias na fase inicial de aprendizagem e habituação ao material de recolha de dados que foi utilizado posteriormente nos doentes integrados no estudo.



## Lista de Abreviaturas

AVC – Acidente vascular cerebral

cPAS – Pressão arterial sistólica central

cPAD – Pressão arterial diastólica central

CR - Contraí-Relaxa

CRAC - Contraí Relaxa e Contracção do Agonista

DD – Decúbito Dorsal

DCV – Doenças cardiovasculares

ECOM - músculo esterno-cleíodo-mastoídeu

EM – Enfartes Miocárdio

FC – Frequência cardíaca

GTO's -Órgãos Tendinosos de Golgi

IMC – Índice de Massa Corporal

NO – Oxido nítrico

NYHA – New York Heart Association (Associação do Coração de Nova York)

PA – Pressão Arterial

PAS – Pressão Arterial Sistólica

PAD – Pressão Arterial Diastólica

PAcentral – Pressão Arterial Central

PNF – Facilitação Proprioceptiva Neuromuscular

PP- Pressão Periférica

ROM – *Range of Motion* (amplitude de movimento)

SNA - Sistema nervoso autónomo

SNC - Sistema nervoso central

SNP – Sistema nervoso Parasimpático

SNS – Sistema nervoso Simpático

VOP – Velocidade de Onda de Pulso

VOP\_cf – Velocidade de onda de pulso, componente carótida-femural

VOP\_cd - Velocidade de onda de pulso, componente carótida-distal



## Índice

1 – Revisão de Literatura.....	15
2 – Objectivos.....	22
3 – Metodologia .....	23
3.1 <i>Desenho de Estudo</i> .....	23
3.2 Amostra .....	23
3.3 <i>Material (avaliação variáveis dependentes)</i> .....	24
3.3.1 Velocidade de onda de Pulso (VOP).....	24
3.3.2 Pressão Arterial .....	25
3.3.3 Flexibilidade .....	25
3.4 Variáveis independentes ( Protocolos de alongamento) .....	26
3.5 <i>Abordagem estatística</i> .....	28
4 – Apresentação de resultados e discussão .....	30
4.1 – <i>Caracterização da Amostra</i> .....	30
4.3 – <i>Discussão de Resultados</i> .....	34
4.4 – <i>Limitações ao Estudo</i> .....	39
5 - Conclusões .....	40
6 - Depoimento de Ética.....	40
7 – Bibliografia.....	41





## Índice de quadros

<b>Quadro 1.</b> Síntese de estudos anteriormente realizados com doentes com ICC e portadores do dispositivo de TRC.....	33
<b>Quadro 2.</b> Síntese de estudos anteriormente realizados, em doentes com ICC e populações aparentemente saudáveis.....	34
<b>Quadro 3.</b> Caracterização da amostra.....	42



## Resumo

**Contexto:** Utilização de duas técnicas de alongamento, PNF e alongamento clássico no aumento de flexibilidade e seu efeito na VOP e PA, de forma a melhorar os factores de risco em doentes com DAC.

**Objetivo:** O presente estudo tem por objectivo analisar e comparar as respostas agudas á realização de dois protocolos de alongamento, através da VOP e PA em pessoas idosas com doença cardiovascular.

**Métodos:** 27 participantes com idade superior a 60 anos e com DAC, participantes em programas de reabilitação cardíaca há mais de 6 meses, compareceram a 2 intervenções separadas, consistindo em dois protocolos de alongamento, um utilizando o protocolo de alongamento com uma das técnicas de PNF, outro utilizando a técnica clássica de auto-alongamento. Esta foi uma intervenção aleatória, cruzada e de medidas repetidas.

**Resultados:** À exceção da FC, em que os valores médios baixam em relação ao repouso, todas as restantes variáveis por nós estudadas apresentam um esperado aumento, do repouso para a avaliação retirada imediatamente após, quer na intervenção com o protocolo de PNF, quer no protocolo que utiliza o alongamento clássico. No protocolo que utiliza o método PNF, à exceção da VOP\_cf, todas as outras variáveis apresentam diferenças significativas entre o repouso e a medida retirada imediatamente após a intervenção.

**Conclusão:** Com uma única aplicação de duas técnicas de alongamento, numa amostra de doentes cardíacos do género masculino, inseridos á mais de 6 meses em classes de reabilitação cardíaca, não existem diferenças significativas entre a utilização de protocolo de alongamento com método PNF e o alongamento clássico, apesar existir uma tendência para alterações dos valores de VOP, PA, FC e PP com a utilização do protocolo de PNF.

### Palavras-Chaves:

Doença das artérias coronárias; Facilitação neuromuscular proprioceptiva; Flexibilidade; Alongamento; Velocidade de onda de pulso; Reabilitação cardíaca; Pressão arterial; Rigidez Arterial;



## Abstract

**Contexto:** Use of two stretching techniques, PNF and classic stretching to increase flexibility and its effect on VOP and BP, in order to improve risk factors in patients with CAD.

**Objective:** The present study aims to analyze and compare the acute responses to the performance of two stretching protocols, through PWV and BP in elderly people with cardiovascular disease.

**Methods:** 27 participants over the age of 60 and with CAD, participating in cardiac rehabilitation programs for more than 6 months, attended 2 separate interventions, consisting of two stretching protocols, one using the stretching protocol with PNF method, another using the classic technique of self-stretching. This was a randomized, crossover and repeated measures intervention.

**Results:** Except for HR, in which the average values fall in relation to rest, all the other variables studied show an increase, from rest to the assessment taken immediately after, either in the intervention with the PNF protocol or in the protocol that uses classic stretching. In the protocol that uses the PNF method, with the exception of VOP\_cf, all other variables show significant differences between rest and the measure taken immediately after the intervention.

**Conclusion:** With a single application of two stretching techniques, in a sample of male cardiac patients, inserted for more than 6 months in cardiac rehabilitation classes, there are no significant differences between the use of the PNF stretching protocol and classic stretching, although there is a tendency for changes in the values of VOP, BP, HR and PP with the use of the PNF protocol.

### Keywords:

Coronary artery disease; Proprioceptive neuromuscular facilitation; Flexibility; Stretching; Pulse wave velocity; Cardiac rehabilitation; Blood pressure; Arterial Stiffness



## 1 – Revisão de Literatura

Segundo o Instituto Nacional de Estatística (2016), a liderar as principais causas de morte em Portugal estão as doenças do aparelho circulatório, com cerca de 29.6% das mortes confirmadas. Portugal segue assim a tendência mundial, onde de acordo com a Organização Mundial de Saúde (WHO, 2018) as doenças cardiovasculares (DCV), todos os anos tiram a vida de 17,9 milhões de pessoas, e são responsáveis por 31% de todas as mortes globais.

Os maus hábitos alimentares, e comportamentos de riscos cada vez mais frequentes na população adulta, como tabagismo e sedentarismo, são ponto comum na grande percentagem dos episódios de Acidentes vasculares cerebrais (AVC's) e Enfartes de miocárdio (EM). Outro ponto comum é a disfunção endotelial, que tem sido referida como um marcador importante do dano cumulativo da parede arterial, através do controlo da rigidez arterial aórtica.(WHO, 2018; INE, 2015).

O mecanismo de aumento de rigidez arterial não é uma alteração específica da artéria aorta mas sim de todos vasos, pois todos os tecidos são afectados com o processo de envelhecimento, processo este que pode ser acelerado com os comportamentos de risco, acima mencionados. (Yamamoto K, 2017)

Quando existe o aumento da rigidez arterial, esta representa um aumento de risco para doenças cardíacas e vasculares cerebrais, tendo assim contributo não só nas taxas de mortalidade como também nas taxas de comorbilidades. Essa mesma rigidez apresenta-se como uma disfunção endotelial, que pode, por ela mesma, ser um factor de risco, pois é responsável pelo aumento da pressão arterial. (Laurent S, Boutouyrie P, Asmar R e Gautier I, 2001; Laurent S , Katsahian S, Fassot C e Tropeano I, 2003).

A par da pressão sanguínea, segundo Laurent S, et al. (2007) e Nishiwaki M, Kurobe K, Kiuchi A, Nakamura T e Matsumoto N (2014) o envelhecimento também é determinante da rigidez arterial, uma vez que ambas as condições estão associadas a alterações na componente elástica do vaso sanguíneo, pois com o processo de envelhecimento o arranjo laminar celular é gradualmente perdido e essa degeneração está então associada a um aumento da deposição de fibras de colagénio de forma anárquica, muitas vezes também acompanhada de deposição de cálcio, que irá a longo prazo causar a disfunção endotelial, pois o vaso vai perdendo a sua *compliance*, prejudicando a capacidade das artérias para reagir ao estímulo pulsátil do fluxo sanguíneo.



A velocidade de onda de pulso (VOP) do segmento carótida-femoral do indivíduo, é um marcador “*gold-standard*” para a medição da rigidez arterial, independentemente da idade, sexo, raça e da pressão arterial sistólica. Os indivíduos com alterações na VOP têm 2 a 3 vezes maior risco de desenvolver doenças cardiovasculares e acidentes vasculares cerebrais, e apresentam também um aumento de 50% na probabilidade de um evento cardíaco em comparação com indivíduos com valores dentro dos valores normativos. (Blacher J, Asmar R, Djane S e London G, 1999; Sutton-Tyrrell K, Najjar S e Boudreau R, 2005)

A VOP é um método de avaliação não-invasivo, de relativamente simples execução, não intrusivo para o indivíduo e com uma curva de aprendizagem rápida, sendo também altamente reprodutível. Atualmente estão disponíveis valores de referência baseados em dados de 11 092 sujeitos quer para indivíduos saudáveis, quer para indivíduos com Hipertensão arterial, trabalho fornecido pela sociedade europeia de cardiologia (2010) a metodologia utilizada e padronizada permite apresentar dados que identificam sujeitos em risco pelo valor de VOP e pressão arterial, identificando e justificando um acompanhamento mais intensivo, quando necessário

Os valores fornecidos são largamente utilizados, o estudo da sociedade europeia de cardiologia (2010) foi resultado de uma recolha de dados em 13 centros diferentes, em oito países europeus para conseguir estudar a distribuição dos valores da velocidade de onda de pulso (VOP) em indivíduos sub-divididos em classes etárias de <30; 30-39; 40-49; 50-59; 60-69; >70, os valores das duas últimas faixas etárias são as utilizadas no nosso trabalho, para avaliação e caracterização da nossa amostra e são eles 9.7m/s e 11.7m/s, respectivamente.

Porque quisemos saber mais sobre o alongamento? A evidência científica existente acerca do alongamento, segue no sentido de compreender se o aumento da rigidez arterial poderia estar de alguma forma relacionado com a diminuição da amplitude articular, ou seja, se indivíduos com menor flexibilidade no teste funcional de senta e alcança apresentariam também maior rigidez arterial quando comparados com indivíduos que apresentassem valores dentro dos valores normativos.

Assim, a hipótese levantada por Nichols W, O'Rourke M, Vlachopoulos C. (2011) e Yamamoto K, Kawano H, Gando Y. (2009) é que as alterações histológicas encontradas, no músculo liso arterial, sejam as mesmas que podemos encontrar no tecido conjuntivo e músculo-esquelético, durante o processo de envelhecimento. Logo, os resultados destes estudos sugerem que a flexibilidade do indivíduo poderá ser um preditor da sua rigidez arterial, independente de outros componentes da aptidão física,

devido á relação intrínseca existente entre as principais artérias e os músculos envolventes.

Os resultados de Nichols W, et al, (2005) e Yamamoto K, et al, (2009), sugerem que a relação proporcionalmente directa entre o aumento da rigidez arterial e a diminuição da flexibilidade segmentar existe em homens, de todas as idades, e mulheres apenas após pós-menopausa. Ambos os autores apresentam resultados de diminuição da rigidez arterial após ter existido um trabalho de aumento da flexibilidade em sujeitos sedentários, em protocolos com duração de 6 semanas.

O mecanismo pelo qual a hipótese aumento flexibilidade pode ter influência sobre a rigidez arterial é explanada nos trabalhos de Kagaya, A e Muraoka, Y (2005); Cui J, Blaha C, Moradkhan R, Gray K (2006) e Shinno H, Kurose S, Yamanaka Y (2017), em que é referido que quando um vaso sanguíneo é estirado, o seu diâmetro diminui e sua resistência altera, modificando o fluxo sanguíneo, afetando os vasos intramusculares, pois uma vez modificado o formato de posicionamento muscular, os vasos que se encontram paralelos às fibras também eles são expostos a forças de estiramento e os vasos que estão perpendiculares às fibras musculares recebem forças de cisalhamento, assim o stress aplicado aos vasos, além de fazer diminuir o seu lumén faz também com que as células endoteliais se adaptem a este estímulo e a médio/longo prazo se organizem de forma a estarem mais preparadas para a este mesmo stress mecânico.

Quando o alongamento estático cessa existe o aumento do volume sanguíneo, devido ao corte temporário que aconteceu durante o alongamento, fenómeno que irá causar uma hiperémia reactiva. Após o alongamento ser interrompido, o *stress* mecânico que continua a existir, devido ao aumento do fluxo sanguíneo, sendo a sua influência perceptível junto das células endoteliais vasculares, que irão responder levando à secreção de fatores vasodilatadores, como o óxido nítrico (NO) e factor hiperpolarizante das células endoteliais vasculares.

Em suma, nessas observações, o alongamento estático induz *stress* mecânico no músculo alvo e vasos circundantes, o que contribui para o aumento do fluxo sanguíneo muscular que irá afectar as células endoteliais.

Estes resultados sugerem então que as propriedades da parede arterial podem ser mediadas principalmente por estimulação mecânica regional, em vez da resposta da vasculatura sistémica. (Yamamoto K, 2017)

Devido aos fenómenos acima descritos, a actividade física tem demonstrado um papel importante, no entanto, populações especiais, como idosos, obesos e indivíduos com problemas cardíacos, que podem apresentar restrições funcionais e / ou limitações músculo-esqueléticas, que podem inibir sua participação em modalidades de exercício convencionais. O alongamento, sendo uma componente da aptidão física que faz, parte de um programa de exercício, é amplamente utilizada para prevenção e reabilitação de lesões musculares, no entanto raramente utilizada como meio principal de reabilitação e sim apenas como coadjuvante do protocolo definido. (Kagaya A, et al, 2005; Wong A, 2014)

Assim, apesar de ainda controverso, existem estudos que testaram protocolos de alongamentos estáticos, alongamentos dinâmicos, técnicas de Facilitação Neuromuscular Proprioceptiva (PNF) e classes de Yoga, realizadas nas mais diversas populações. Os seus resultados revelam melhorias quer na flexibilidade, quer na *compliance* arterial. (Shinno H, 2017; Nishiwaki M, 2014; Nishiwaki M, 2015; Wong A, 2014; Yamamoto K, 2017).

Então a flexibilidade, normalmente vista como um fator de *fitness* adjacente, ganha aqui importância acrescida pois poderá vir a ser utilizada como alternativa, nos programas de reabilitação de doentes com patologia cardíaca. Doentes que, ainda ou já não tolerarem, exercícios de fortalecimento muscular ou exercício aeróbio.

Neste trabalho decidimos comparar dois métodos de alongamento, sendo que um deles é o alongamento clássico e outro a Facilitação Neuromuscular Proprioceptiva (PNF), que segundo a evidencia é um método pelo qual é promovido, de forma mais célere, o aumento de flexibilidade, devido aos mecanismos neuromusculares neles envolvidos.

No Método de PNF clássico, os exercícios/alongamentos são realizados ativando grupos musculares em padrões diagonais, em que os músculos agonistas do movimento, das extremidades contraem, enquanto os músculos mais proximais mantêm contracções isométricas. Desde 1983, tem havido um crescente interesse pela eficácia das técnicas incluídas no método PNF, desviando-se da utilização dos tradicionais padrões diagonais mas tendo como base os mesmos pressupostos, as técnicas incluídas no método PNF são o Contrain-Relaxa e Contrain Relaxa e Contração do Agonista (CR ou CRAC). (Youdas J, Haeflinger K, Kreun M, 2010).

Entre as duas técnicas acima mencionadas a técnica CRAC de alongamento do método PNF é a que mais beneficia das propriedades viscoelásticas das unidades musculotendíneas, permitindo o aumento da ROM do indivíduo.

Sendo este método já utilizado por terapeutas, para restauro da amplitude de movimento, aumento de força muscular, e em doentes que sofreram danos no Sistema Nervoso Central, nos tecidos moles ou foram intervencionados cirurgicamente. A técnica do Contrain-Relaxa (CR) tem como pressuposto o indivíduo ser instruído a realizar uma contração isométrica, contra resistência externa, no limite da amplitude de movimento voluntário, do músculo alvo do estiramento, antes que ele seja passivamente alongado. (Hindle K, Whitcomb T, Briggs W, Hong J, 2012)

A outra técnica acima referida é o Contrain-Relaxa com Contração do Agonista (CRAC) onde o indivíduo é instruído a realizar uma contração isométrica, contra resistência externa, no limite da amplitude de movimento voluntário, do músculo a ser estirado, seguido de relaxamento do mesmo e em simultâneo de uma contração concêntrica do músculo agonista do movimento que está a ser realizado. À medida que o músculo agonista contrai e encurta, o músculo encurtado alonga, devido ao mecanismo reflexo. (Hindle K, et al, 2012)

O efeito da contração do músculo agonista do movimento tem como objectivo, por mecanismo reflexo, a diminuição do tónus do músculo alvo, exponenciando a capacidade de estiramento. Este é mecanismo pelo qual os músculos trabalham em conjunto, em todas as tarefas do dia-a-dia, o estímulo que é recebido na medula durante uma qualquer tarefa, tem dois efeitos motores, no músculos agonistas do movimento, tem um efeito excitatório, enquanto no músculo antagonista tem efeito inibitório, assim o primeiro contrai e o segundo relaxa para evitar que os músculos trabalhem contra um outro (Sharman M, Cresswell A, Riek S , 2006; Hindle K, et al, 2012).

Estas Técnicas assentam em quatro mecanismos fisiológicos teóricos para aumentar o grau de flexibilidade do indivíduo, são eles o reflexo miotático inverso, a inibição recíproca, o relaxamento de *stress* e por último a teoria do portão (Sharman et al., 2006; Rowlands et al., 2003). Todos estes mecanismos são reflexos, e ocorrem quando os órgãos tendinosos de Golgi (GTOs), nas fibras tendinosas e o fuso neuromuscular, nas unidades contráteis do músculo alvo, ou no músculo antagonista do músculo alvo, ao detectarem estímulos nocivos (como uma sensação de alongamento ou contração). (Hindle K, et al, 2012).

Os GTOs, que se encontram na junção músculo tendinosa, fornecem informação acerca da quantidade de força ou tensão gerada no músculo durante uma contração voluntária. Quando a tensão gerada pelo alongamento ou pela contração activa os GTOs, via aferente as fibras Ib, enviam sinais para a medula espinal, para que assim os interneurónios produzam um estímulo inibitório sobre o motoneurónio alfa, diminuindo a excitabilidade neural. Em suma, diminui a excitabilidade das fibras do músculo alvo do alongamento, tendo como consequência a diminuição do tónus do mesmo, enquanto é também responsável pelo aumento de tensão dos músculos antagonistas do músculo alvo. Este Reflexo actua como um mecanismo de defesa uma vez que ocorre quando o corpo tenta dividir a carga de trabalho uniformemente através do unidade motora, para que exista a melhoria da sincronia de recrutamento muscular, colaborando na prevenção da fadiga muscular. Tendo assim um papel importante na manutenção da integridade da estrutura muscular. Esse mecanismo é conhecido como reflexomiotático inverso. (Sharman M, et al, 2006; Hindle K et al, 2012) É por isso uma das teorias por trás do aumento da amplitude articular durante as técnicas CR e CRAC de alongamento do método PNF.

A Inibição recíproca é o que ocorre no músculo alvo quando o músculo antagonista é contraído voluntariamente de forma a diminuir a tensão basal e a actividade neural no músculo alvo. Este relaxamento resulta na diminuição da excitabilidade da actividade eléctrica, no músculo alvo do alongamento, com a diminuição da actividade neural (diminuição do tónus) (Sharman M, et al, 2006).

O relaxamento de *stress* ocorre quando há um aumento de carga no músculo alvo, de forma repentina, pois leva a uma diminuição no torque passivo e na rigidez muscular que dura por um curto período de tempo (Sharman M, et al, 2006). Este é um mecanismo de protecção para prevenir a ruptura muscular e manter uma relação saudável entre as unidades contráteis do sarcómero muscular.

Por último, teoriza-se que o último reflexo envolvido tem a ver com a teoria do portão, esta teoria foi elaborada, em 1965, por Wall and Melzack, para explicar a influência da estimulação cutânea tátil no alívio da dor. Ela admite, essencialmente, existir nos cornos posteriores medulares um mecanismo neural que se comporta como portão, que pode controlar a passagem dos impulsos nervosos transmitidos ao córtex, desde as fibras periféricas, através da medula. A teoria refere que há uma regulação do influxo de impulsos nociceptivos, mesmo antes de se criar uma percepção à dor. O que faz com que não haja dor com a utilização das técnicas acima referidas, pois os reflexos que estão presentes nestes casos fazem com que as fibras estimuladas

sejam as fibras que transportam informação proprioceptiva e uma vez que este estímulo é mais forte, sobrepõe-se ao estímulo doloroso a nível do Cortéx.(Hindle K, et al, 2012).

Como já foi referido, estudos anteriores verificam a relação entre a falta de flexibilidade e a rigidez arterial em homens (independentemente da faixa etária) e em mulheres a partir da menopausa (Nishiwaki M, et al, 2014), assim como a relação entre o aumento de flexibilidade com alongamentos estáticos e dinâmicos, com a diminuição da rigidez arterial.

Uma vez que a flexibilidade pode ser trabalhada das mais variadas formas, comparamos o alongamento clássico, com o método PNF, sendo que o alongamento clássico, tem por base as técnicas de alongamento auto-assistido, em que o movimento é realizado voluntariamente pelos músculos envolvidos no movimento, com auxílio de força externa oferecida pelo próprio indivíduo. Todos os exercícios presentes nos protocolos de alongamento clássico são exercícios já conhecidos dos indivíduos, realizados nas classes de reabilitação cardíaca em que já participam.

Uma vez que a aplicação de um protocolo de alongamento pode ter efeitos a nível do tónus vasomotor e na melhoria da *compliance* arterial, isto como resultado da atenuação da actividade do sistema nervoso simpático, a comparação dos dois métodos dar-nos-á a diferença, existente ou não, na intensidade da resposta, uma vez que a evidência mostra uma maior capacidade de aumento de flexibilidade com o método PNF.

Assim este trabalho pretende estudar a hipótese da relação mais intrínseca entre o alongamento (efeito mecânico), o Sistema nervoso central (SNC) e o Sistema nervoso autónomo (SNA) podendo influenciar o tónus vascular, uma vez que este não é controlado de forma voluntária. Portanto, considerando que a actividade nervosa simpática regula o tónus vascular, os dados do estudo realizado por Wong A, et al. (2014) sugerem que existe uma redução da pressão arterial e da magnitude de reflexão de ondas, factores que podem ser parcialmente atribuídos a uma diminuição simpática vascular após aplicação do protocolo de alongamento, num protocolo de utilização de 6 semanas.

Outro mecanismo pelo qual é possível existir alteração da função arterial é uma melhor vasodilatação mediada pelo endotélio, pois Wong A, et al. (2014) apresenta dados que suportam a atenuação na componente sistólica da pressão arterial após a aplicação do protocolo de alongamento.

Devido à escassez de estudos que tem como objectivo verificar resultados de técnicas de PNF em indivíduos com aumento da rigidez arterial, este trabalho surge então também com esse fim. Comparar a resposta aguda cardiovascular dos tecidos a exercícios de alongamento, com protocolos utilizando método PNF e método de alongamento clássico. Verificando se existe alteração nas componentes cardíacas, mesmo que limitada no tempo.

## 2 - Objectivos

Para conhecimento dos autores deste trabalho, até á data da sua realização, não foi encontrado nenhum trabalho que associe a avaliação da rigidez arterial a técnicas de PNF.

O presente estudo tem por objectivo analisar e comparar as respostas agudas cardiovasculares á realização de dois protocolos de alongamento, através da VOP,FC, PA e PP em pessoas idosas com doença cardiovascular.

Assim com esta informação, o que se pretende desenvolver com esta dissertação passa por perceber se, em indivíduos com patologia cardíaca existem melhorias, de forma aguda, quando expostos ao método PNF em comparação com método de alongamento clássico, uma vez que o primeiro método de intervenção individual é bastante utilizado para aumento da amplitude articular, uma vez que é um método que tem como padrão melhorar a elasticidade do tecido muscular, mais especificamente quando utilizada do seu leque de técnicas o contrai-relaxa-contração de agosnista (CRAC) que é uma das técnicas que tem efeitos estudados na melhoria e manutenção da amplitude articular, aumento da força e da potência muscular e melhorando a performance em atletas. (Hindle K,et al, 2012)

## 3 – Metodologia

Neste capítulo irão ser descritos os procedimentos metodológicos do estudo, nomeadamente. O desenho de estudo e a caracterização da amostra, as variáveis dependentes e a sua forma de avaliação e as variáveis independentes da forma de protocolos de alongamento. Por último, será exposto o tratamento estatístico dos dados do estudo.

### 3.1 *Desenho de Estudo*

Esta foi uma intervenção aleatória, cruzada e de medidas repetidas. Os participantes compareceram a 2 intervenções separadas, consistindo em dois protocolos de alongamento, um utilizando o protocolo de alongamento com método PNF, outro utilizando o método clássico de auto-alongamento, intercalados com um mínimo de 48h entre si. As medidas antropométricas foram retiradas anteriormente.

Os participantes estavam familiarizados com o tipo de exercícios do protocolo de alongamento clássico, por pelo menos 6 meses.

Os participantes foram avaliados em repouso (15 minutos em decúbito dorsal, num laboratório silencioso, pouco iluminado, com controle de temperatura), logo após a aplicação de ambos os protocolos de alongamento e também 10 minutos após a intervenção.

Todas as sessões foram realizadas á mesma hora do dia com cada participante para minimizar qualquer variação diurna em potencial. Os participantes foram instruídos a evitar álcool, cafeína e exercícios intensos por 24 horas antes de cada sessão.

Esta recolha irá permitir descrever a reação vascular, á realização das técnicas através dos músculos que se encontram em contacto mais intrínseco com os principais vasos afectados, e a comparação entre os métodos.

As posturas de alongamento foram escolhidas conforme os grupos musculares que têm uma relação mais estreita com estruturas vasculares. Todos os exercícios de alongamento foram realizadas por uma fisioterapeuta para certificar que foram executados corretamente, e com incidência dos mesmos grupos musculares.

### 3.2 *Amostra*

Foram abordados os responsáveis pelos programas de reabilitação cardíaca da faculdade de motricidade humana (programa CORLIS) e da cidade universitária



(programa CRECUL), a fim de perceber junto da informação clínica que lhes é disponibilizada se existiria algum utente que segundo os critérios de inclusão e exclusão, estaria apto para integrar o projecto.

Como critério de Inclusão sujeitos com doença coronária, com idade igual ou superior a 60anos, aptos para integrar classes funcionais I - II segundo a NYHA há pelo menos 6 meses, a receber terapêutica médica otimizada; com uma condição estável, sem hospitalização por incompetência cronotrópica; sem alterações na medicação nem na classificação da classe funcional, por um mês. São também tidos como critérios de exclusão, a existência de Síndrome Vertiginoso e Hérnias discais cervicais sintomáticas e/ou com compressão de raízes nervosas devido às posturas necessárias para a realização do protocolo com técnica PNF, serão igualmente excluídos participantes com limitações funcionais importantes nas articulações do ombro e anca devido a colocação de prótese, total ou parcial.

Na totalidade, dos dois programas, 40 indivíduos preenchem os critérios de inclusão, foram então abordados, sendo que nessa abordagem foi feita através de uma apresentação do projecto, onde foram também entregues os consentimentos informados aos utentes que mostram interesse em participar. Após apresentação, foi possível o recrutamento de 27participantes, com mais de 60anos (Ong et al, 2006). Os utentes tiveram conhecimento do estudo através dos locais de prática desportiva.

Foram recolhidas, junto dos participantes, os seguintes dados clínicos Idade, peso, altura, fumador ou ex-fumador, medida a pressão arterial (medicado ou não), presença de diabetes (medicado ou não), hiperlipidémia (medicado ou não), toma de betabloqueadores, toma de antiplaquetários e/ou Estatinas, colocação de pacemaker, histórico familiar de problemas cardiovasculares e existência de doença vascular cerebral.

### ***3.3 Material (avaliação variáveis dependentes)***

#### **3.3.1 Velocidade de onda de Pulso (VOP)**

A medição da VOP é um meio não invasivo, e é tida como uma técnica altamente reprodutível, com um valor de correlação de 0.80. As medidas são obtidas através da medição da onda de pulso das Artérias Carótida direita (P1), Femural direita (P2) e uma medida distal, perto da região posterior do maléolo interno, também à direita (P3). As recolhas foram realizadas através do software Complior (ALAM Medical, 2016) que recolhe os dados através da sincronização de 10bpm, medidos nos pontos acima

mencionados ( P1/P2 e P1/P3), usando a curva QRS para a sincronização. A medição é feita 2vezes por participante (e posteriormente é utilizado o valor médio das dessas mesmas medições). Com o auxílio de uma fita métrica é medida a distância entre P1 e P2 e posteriormente o valor total da distância entre P1 e P3, esta medida servirá de quociente (x) da velocidade de propagação da onda (Sutton-Tyrrell et al, 2001). O que podemos retirar dos dados é que vasos mais rígidos terão uma propagação da onda mais veloz, quando ajustado com a idade e pressão arterial do sujeito em teste.

### 3.3.2 Pressão Arterial

Foi medida a pressão arterial sistólica (PAS) e pressão arterial diastólica (PAD) com um esfigmomanómetro automático. (Sutton-Tyrrell et al, 2001) para posteriormente comparar e ajustar aos valores pressão arterial central ( $PA_{\text{central}}$ ) que o *software Complior* mediu durante as sessões de avaliação.

A pressão arterial (PA) foi medida duas vezes no braço direito usando a braçadeira automática. Se a diferença na PA sistólica entre as duas medidas for superior a 10 mmHg, outra medida será realizada. A pressão arterial média, foi calculada para fins de ajuste.

Será estudado o comportamento do valor de pressão arterial periférico e central e encontrada a pressão arterial média para ajustar os dados obtidos, calculada através de dobro da pressão arterial diastólica, somando, o valor da pressão arterial sistólica depois dividindo por 3.

A divisão que foi utilizada neste trabalho foi de, pressão arterial sistólica (PAS) entre 120-129mmHG e < 80 mmHG de pressão arterial diastólica (PAD) - hipertensão essencial; PAS entre 130-139 mmHG e PAD entre 80-89mmHG – Hipertensão estadio I; PAS entre os 140 – 159 mmHG e PAD > 90 – Hipertensão de estadio II.

### 3.3.3 Flexibilidade

Com os testes de flexibilidade de *sentar e alcançar(SA)* e *alçar atrás das costas* (AAC) avaliamos a flexibilidade dos membros inferiores e superiores, respectivamente. Estes testes foram utilizados para caracterizar amostra.

Foram realizados quatro vezes cada exercício, duas vezes para ensaio e duas vezes para medição, é feita a média das duas últimas medidas, para utilização no estudo. Segundo os autores Rikli. R and Jones. C (1999) a correlação teste-reteste para ambos os testes é de 0.95 com um IC de 0.92 – 0.97 e estão validados para

população adulta e idosa sendo sensíveis o suficiente para perceber pequenas diferenças em estudos que exigem comparação de resultados.

### **3.4 Variáveis independentes ( Protocolos de alongamento)**

#### **3.4.1 Protocolo de alongamento com PNF.**

Do protocolo com o método PNF, utilizamos a técnica CRAC, esta é fundamentada pela inibição reflexa miotática. Desta forma, a musculatura é relaxada pelo reflexo desencadeado pelo OTG e não é contraída devido à activação do fusil neuromuscular, devido á contracção pedida da musculatura antagonista ao músculo alvo do alongamento. Após o relaxamento seguido do alongamento passivo, o estiramento muscular gera nova activação das fibras intrafusais, reiniciando o ciclo (Hindle K, et al 2012)

Seguimos a proposta de acção de Feland J. e Marin H. (2004) realizamos 3 vezes o exercício de alongamento para cada grupo muscular escolhido, e cada repetição deverá durar 90 segundos (3x). A cada repetição ganha-se mais alguns graus de movimento articular. A contracção isométrica deve ser mantida 6 segundos, e o tempo de sustentação da posição em alongamento estático deve ser cerca de 20 segundos, proporcionando a adaptação do sistema. O retorno á posição inicial deve ser realizado lentamente. Esta técnica é extremamente eficiente, e deve ser sempre realizada passivamente.

O protocolo de aplicação teve cerca de 30 minutos no total. O protocolo foi construído segundo o mapa arterial e os músculos que têm uma relação mais intrínseca com as principais artérias, assim sendo temos a artéria carótida paralela às fibras do músculo esterno-cleido-mastoideu (ECOM); Artéria Sub-Clávia em que o seu trajeto apesar de ligeiramente diferente do lado esquerdo para o lado direito, estende-se desde a borda medial do músculo escaleno anterior e segue até á primeira costela, quando se passa a designar artéria axilar e termina próxima do músculo redondo maior, onde passa a designar-se artéria braquial e fazendo uma bifurcação que passa pelo lado radial do antebraço e corre nessa posição até o punho sob os tendões do músculo abdutor longo dos dedos e musculo extensor longo e curto dos dedos para depois cruzar os ossos metacarpos para se unir no lado ulnar com o ramo palmar profundo da artéria ulnar para formar o arco palmar profundo; Artéria Aorta Abdominal que irá ser intervencionada com a participação dos movimentos do diafragma pois esta atravessa um dos pilares diafragmáticos, sendo pedido uma inspiração nasal, lenta e total, e em vez da apneia que iria corresponder á contracção isométrica, foi em vez disso pedida

uma expiração lenta, total e forçada com os lábios semicerrados para evitar a manobra de valsalva.; faremos também o alongamento do músculo iliopsoas maior para estimulação da artéria Iílica, que atravessa a aponevrose abdominal e femoral, onde iremos intervir também; assim os dois vasos aos quais não conseguiremos chegar indirectamente com o método de alongamento com o protocolo de PNF serão a Artéria Aorta Torácica e a Artéria Renal. (Pina E, 2010) (Petty J , 2006)

A postura utilizada para a artéria carótida é o alongamento do músculo ECOM, com o sujeito em decúbito dorsal (DD) fazendo rotação contralateral da cervical, apoiado nas mãos da fisioterapeuta que aplicou a técnica, foi pedida flexão e inclinação homolateral contra resistência manual, depois de manter a contração durante 6 segundos, foi pedido que realize um aumento da extensão da cabeça em que a terapeuta acompanha até ao limite da amplitude articular e a posição é mantida 20segundos.

Para as artérias sub-clávias e sua ramificações, foi realizado o alongamento da cadeia anterior do membro superior com o sujeito em DD com inclinação da cervical contralateral, flexão e rotação externa do ombro e pronação do antebraço, mantendo a abdução do ombro próximo dos 135º é pedido ao sujeito para realizar adução do ombro e supinação do antebraço contra resistência, mantendo durante 6 segundos e em seguida é pedido para exacerbar o padrão inicial do alongamento em que o terapeuta acompanha até sentir o limite da amplitude articular, mantendo a posição durante 20 segundos. (Pina E, 2010) (Petty J , 2006)

Para as artérias Aorta e Iílica iremos realizar o Thomas Test descrito por Petty J (2006) e que é um teste ao encurtamento do músculo iliopsoas maior, músculo recto femoral e músculo tensor da fáscia lata, e devido a posição dos mesmos consegue também estimular a aponevrose abdominal, será pedido ao sujeito para permanecer na posição do teste de Thomas e para realizar inspiração profunda durante os 20 segundos de alongamento estático, no final da mesma em vez da apneia é pedido que faça expiração lenta, total e forçada com o lábios semicerrados ao mesmo tempo que é pedida a flexão da anca em teste contra-resistência, com duração de 6 segundos, após esse tempo é pedido ao sujeito que a volte a posição inicial do teste e aumente, se possível a extensão da anca e flexão do joelho em teste, o fisioterapeuta acompanha até sentir o limite da amplitude articular, onde mantém essa posição durante 20 segundos.

Cada exercício foi feito bilateralmente, com 3 progressões de forma a cada exercício ter no total 90 segundos ( 20" de alongamento - 6" de contracção - progressão), que serão posteriormente repetidos mais 2vezes.

#### *3.4.2 Protocolo de alongamento clássico (PAC).*

O método de auto-alongamento, com exercícios de alongamento clássico, é já padronizado e aplicado nas sessões dos programas de reabilitação cardíaca, onde os sujeitos do estudo estão integrados. Os alongamentos foram de encontro às posturas e estruturas musculares alongados com o protocolo anterior. Foi então pedido que realizassem o alongamento dos músculos escalenos e músculo trapézio superior, através da inclinação cervical; o alongamento da cadeia anterior do membro superior (focando o alongamento do músculo peitoral e bíceps braquial) e o alongamento do músculo quadríceps, onde foi pedido aos participantes para manterem a posição 30 segundos e depois realizar o mesmo exercício com o lado oposto (repetindo três vezes).

Os sujeitos em estudo foram sempre acompanhados e vigiados durante o processo de auto-alongamento certificando que o estavam a realizar na sua melhor forma. O esquema das três posturas de alongamento foi repetido mais de forma a perfazer 90 segundos por sequência, e o ciclo total de alongamento foi repetido no total 3 vezes (Petty,J. 2006)

#### *3.5 Abordagem estatística*

Para um estudo com 80% de potência será necessária uma amostra de perto de 30 sujeitos, foi calculado o tamanho da amostra necessária, através do software Gpower versão 3.1, com  $\alpha = 0.05$  e effect size de 0.3.

A análise estatística foi feita com o programa IBM's SPSS statistics software (SPSS 23.0 for Windows®, SPSS Inc, Chicago, EUA).

Através da selecção dos testes adequados para testar a normalidade pelo teste de shapiro-Wilk – verificar a homogeneidade pelo teste de levene. Verificação das diferenças entre métodos, e entre os tempos de avaliação, nos diferentes métodos através da Anova de duas vias de medidas repetidas, para testar as interações nos parâmetros acima referidos. Foram realizadas análises de correlação para estabelecer correlações entre as variáveis de flexibilidade, pressão arterial e rigidez arterial.

O teste de Pearson será utilizado para correlações de variáveis paramétricas. A significância estatística escolhida foi de  $p < 0.05$ .

## 4 – Apresentação de resultados e discussão

Neste capítulo será descrita a caracterização demográfica, a composição corporal e a capacidade funcional da amostra estudada. Serão apresentados e discutidas os resultados das variáveis dependentes e respetivas associações encontradas entre as variáveis do estudo, tal como previsto nos objetivos.

### 4.1 – Caracterização da Amostra

Na tabela 1 são apresentadas as características dos participantes no estudo, e posteriormente na tabela 2 o diagnóstico clínico e medicação dos mesmos. A amostra foi constituída por 27 participantes, todos do género masculino e incluídos à mais de 6 meses em programas de reabilitação cardíaca (Classe I-II – NYHA).

**Tabela 1. Caracterização da amostra**

Dados	Médias ± DP	Min/Máx
<b>Idade</b> (anos)	72±7	61/87
<b>Altura</b> (cm)	170,1±7,7	156/186
<b>Peso</b> (Kg)	76,9±10,6	56 / 100
<b>IMC</b> (Kg/m <sup>2</sup> )	27,4±3,1	21,7 / 36,2
<b>Flexibilidade SA</b> (cm)	-13,3±14,1	-44 / 7
<b>Flexibilidade AAC</b> (cm)	-12,8±19,8	-39 / 17

Valores expressos como média ± desvio padrão (mínimo; máximo); IMC – índice de massa corporal; Flexibilidade SA – Senta e alcança; Flexibilidade AAC – Alcança atrás das costas.

Na tabela 1 a variável IMC foi estudada e foram utilizados os valores de corte referidos por Heyward (1996) e assim sendo concluímos que a amostra incluída no presente estudo foi constituída por, 4 doentes (14.8% da amostra) que apresentaram peso normal (entre os 18.5-25 kg/m<sup>2</sup>), 15 doentes (55.6% da amostra) que apresentaram excesso de peso (entre os 25-30 kg/m<sup>2</sup>), e 8 doentes (29% da amostra) que apresentaram obesidade (com valores acima dos 30kg/m<sup>2</sup>).

Na análise das variáveis da flexibilidade, os valores de referência utilizados são ajustados por idade e sexo, por ser expectável a obtenção de diferentes resultados conforme o género e a faixa etária. Foram utilizados os valores de corte do trabalho de Rickly and Jones (1999).

Depois de utilizados os valores de corte, os testes de *senta e alcança* e *alcançar atrás das costas*, observam-se os seguintes resultados:

No teste de flexibilidade - *senta e alcança* - observamos que apenas 4 doentes (14.8% da amostra) apresentaram valores de flexibilidade que superam os valores de corte, ajustado para a idade de cada sujeito, já 23 participantes (85.2% da amostra) apresentam valores que ficam aquém do valor de corte do trabalho de Rickli and Jones (1999), ou seja, apresentam valores abaixo do esperado para a idade e sexo.

No teste de flexibilidade – *alcançar atrás das costas* - podemos observar que 11 doentes (40.7% da amostra) apresentam valores superiores aos valores de corte de Rickli and Jones (1999) sempre ajustando á idade do individuo em teste, e 16 doentes (59.3% da amostra) apresentam valores de flexibilidade abaixo do esperado para a idade e sexo.

Na tabela 2 apresenta-se as informações clinicas e a terapêutica medicamentosa dos elementos integrantes da amostra.

**Tabela 2. Fatores de Risco**

<b>Informação Clínica</b>	<b>Unidade</b>	<b>n=27</b>
<b>Ex-Fumador</b>	(%)	48%
<b>Hiperlipidémia</b>	(%)	63%
<b>Hipertensão</b>	(%)	63%
<b>Diabetes</b>	(%)	7.4%
<b><i>Pacemaker</i></b>	(%)	7.4%
<b>Doença Vasc. Cerebral</b>	(%)	7.4%
<b>Historial Familiar</b>	(%)	63%
<b>DAC</b>	(%)	100%
<b>Medicações</b>		
<b>Beta-bloqueadores</b>	(%)	100%
<b>Antiplaquetários</b>	(%)	37%
<b>Estatinas</b>	(%)	100%

DAC - Doença das artérias coronárias;



## 4.2 – Apresentação de Resultados

A análise e comparação das variáveis dependentes pré e pós sessão de alongamento com o método PNF, ou com o método Clássico, podem ser observadas na tabela 3, com os valores de corte sugeridos por Espirito-Santos H e Daniel F (2018).

**Tabela 3. Análise e comparação de médias das variáveis dependentes**

	PNF			CLASSICO			Efeito das Intervenções $\rho < 0,05$	TEMPO $\rho < 0,05$
	Repouso	0 min	10 min	Repouso	0 min	10 min		
VOP_cf(m/s)	8.6±2.3	9.2±2.8	9.1±2.8	8.9±2.3	8.9±2.3	8.8±2.3	0.001 <sup>*1</sup>	0.026
VOP_cd(m/s)	8.7±1.6*	9.9±1.6	9.5±1.3*	9.2±1.5	9.3±1.4	9.2±1.3	-	0.001
cPAS(mmHg)	110.1±18.9*	117.5±17.1*	111.4±17.5	109.9±17.4*	114.2±18.9*	109.1±19.8	-	-
cPAD(mmHg)	63.8±8.9*	68.1±9.1	65.6±10.1	67.1±8.7	66.2±9.2	65.9±9.8	0.004 <sup>*1</sup>	-
pPAS (mmHg)	114,41±18,4*	124,15±18,526*	114,56±16,4	115,74±17,6*	124,26±21,7*	110,41±15,4*	-	0,001
pPAD (mmHg)	63,70±7,1*	68,93±9,5	65,63±8,4	64,74±10,1	67,41±9,5	66,44±9,5	-	0,02
FC (bpm)	58,56±9,1*	55,48±7,7	54,52±8,2*	60,44±7,7	58,93±8,9*	55,63±8,1*	-	0,001
pp	43,44±13,7*	49,59±17,2*	43,70±13,5	43,52±14,2	45,48±13,8*	41,89±15,3	-	0,001

Valores expressos como média ± desvio padrão;

\* Valores de  $\rho < 0.05$  apresentam diferenças significativas entre os momentos de recolha; <sup>1</sup> Valores de  $\rho < 0.05$  apresentam diferenças significativas entre as intervenções;

Vop\_cf – Velocidade de onda de pulso, componente carótida-femural; Vop\_cd – Velocidade de onda de pulso, componente carótida-distal; cPAS – Pressão arterial sistólica central; cPAD – Pressão arterial diastólica central; pPAS – Pressão arterial sistólica periférica; pPAD – Pressão arterial diastólica periférica; FC – Frequência cardíaca; PP – Pressão periférica.

De forma descritiva conseguimos perceber que em ambos os protocolos a variável Frequência cardíaca é a única que diminui em relação as medidas de repouso. No protocolo PNF á excepção da FC todas as outras variáveis apresentam aumento na medida de avaliação imediatamente após, em comparação ás medidas de repouso. No protocolo de alongamento clássico só não se comportam dessa forma as variáveis VOP\_cf e cPAD. Na medida de avaliação retirada 10 minutos após das intervenções, podemos ver que os valores médios têm tendência a igualar as medidas de repouso.

Em ambos os protocolos conseguimos observar a existência de respostas cardiovasculares apesar de existir resultados díspares, pois os resultados médios aumentam nas pressões arteriais central e periféricas, pressão periférica, e VOP, enquanto, baixa nos valores de frequência cardíaca.

Quando analisamos os resultados da comparação entre os métodos percebemos que nas variáveis VOP\_cd, ambas as componentes da pressão arterial periférica, FC e PP existem diferenças significativas entre os tempos de intervenção, não encontrando assim diferenças significativas entre os protocolos de intervenção. No entanto quando analisamos separadamente as intervenções, podemos ver que no protocolo PNF à exceção da variável VOP\_cf, todas as outras variáveis apresentam diferenças significativas entre as medidas retiradas no repouso e a medida de avaliação retirada imediatamente após a aplicação do protocolo.

Nas variáveis pPAD, cPAS e VOP\_cf os valores que encontramos de  $\eta^2$  são de 0.025, 0.028, 0.038, respectivamente, o que nos diz que o tamanho do efeito é fraco, nesta situação específica, de interação entre as intervenções e os momentos de avaliação, numa comparação dos três momentos de avaliação das duas intervenções.

Nas variáveis pPAS, PP, e FC os valores de  $\eta^2$  com que nos deparamos são de 0.074, 0.060, 0.064, respectivamente, estes valores mostram que o tamanho do efeito é médio, ou seja é mais forte que as variáveis anteriores, na interação entre a intervenção e o tempo, numa comparação dois a dois.

Nas variáveis cPAD, VOP\_cd os valores de  $\eta^2$  presentes são de 0.141 e 0.297, respectivamente, estes valores expõem que o tamanho do efeito é grande, na interação entre a intervenção e o tempo.

Em suma, o tamanho do efeito, ou tipo de associação é mais forte, nas variáveis cPAD e VOP\_cd, médio nas variáveis pPAS, PP e FC e fraco nas variáveis pPAD, cPAS e VOP\_cf, mesmo apresentando todas elas diferenças significativas entre o repouso inicial e a medida retirada imediatamente após no protocolo que utiliza o método PNF.

Amostra foi ajustada á variável idade e á variável c\_MAP não alterando, os valores de base que são mostrados na tabela 3.

### *4.3 – Discussão de Resultados*

Este estudo levantou a possibilidade de que através da aplicação de duas diferentes técnicas de alongamento, em participantes com doença cardiovascular e já integrados em classes de reabilitação, no mínimo duas vezes por semana, há mais de 6 meses, poderiam surgir efeitos agudos nos factores de risco cardiovascular, nomeadamente na variável VOP e PA, no entanto consideramos posteriormente também Frequência cardíaca (FC) e Pressão periférica (PP), a fim de controlar mais efectivamente as respostas cardíacas dos participantes ao longo das sessões de alongamento.

Assim, foram delineados dois protocolos de alongamento, um para ser aplicado segundo o método PNF, o segundo para ser aplicado com o método clássico de Autoalongamento, ambos apenas com uma única aplicação. Os protocolos foram delineados tendo em atenção o trajecto arterial.

Os nossos resultados mostram que apesar da diminuição de flexibilidade que os indivíduos da nossa amostra apresentam e também o seu aumento de peso, apenas em 3 participantes (11.1% da amostra), encontramos valores não saudáveis de VOP, ou seja, valores superiores a 11.7 m/s, o que quer dizer que em 88.9% da amostra os valores de VOP do repouso, são valores dentro do limiar saudável, segundo a Sociedade europeia de cardiologia (2010).

Assim, os estudos de Nichols W, et al, (2005) e Yamamoto K, et al, (2009), que relatam uma relação proporcional entre a diminuição da flexibilidade e o aumento da VOP, essas conclusões não se podem aplicar a esta população uma vez que estamos a trabalhar com indivíduos treinados. Não sendo, nesta amostra, directamente proporcional o efeito da pouca flexibilidade com valores de VOP acima do limiar saudável, que é explicado pela integração nas sessões de reabilitação cardíaca, por 6 meses ou mais.

São notados resultados semelhantes entre os métodos, quer com a aplicação do método PNF, quer com a aplicação do alongamento clássico, este último já utilizado em larga escala, na grande maioria das sessões de reabilitação cardíaca.

Segundo Iellamo F (2001), Leite H, Melo C, Mello M, Silva E (2010) e Williamson J e Fadel P (2006) o sistema cardiovascular é o sistema de excelência no que diz respeito à manutenção da homeostase corporal, sendo que este sistema se encontra em permanente ajuste, durante o exercício físico ou qualquer outro estímulo, consoante a intensidade do mesmo, obriga ao ajuste hemodinâmico, e só assim pode

possibilitar a apropriada distribuição do fluxo sanguíneo e nutrientes necessários a todos os sistemas, levando ao bom funcionamento, quer do músculo contráctil e activos, quer do músculo liso.

Os ajustes conhecidos do sistema cardiovascular a exercícios que incluem contracções isométricas são o aumento significativo da FC, PA e PP. (Rowland T e Fernhall B, 2007; Greaney J, Edwards D, Fadel J, 2015)

No protocolo de alongamento com PNF que utilizamos, fazem dele parte contracções isométricas de vários grupos musculares ao longo do protocolo, com a duração de 6 segundos, a cada repetição. Assim, as diferenças significativas encontradas nas variáveis VOP\_cd, pPAS, pPAD, cPAS, cPAD, PP entre o repouso e a medida retirada imediatamente após a aplicação do protocolo que utiliza PNF e a não existência das mesmas de forma igualmente expressiva no grupo em que foi aplicada o método de alongamento clássico pode levar-nos a corroborar a conclusão do trabalho de Nichols W, et al, (2005) e Yamamoto K, et al, (2009), ainda que no presente trabalho algumas das variáveis apresentem uma fraca associação, mas como se trata de uma única aplicação, os valores terão de ser corroborados numa utilização a longo prazo para valores mais expressivo e de associação mais forte.

O comportamento apresentado pela variável frequência cardíaca, de diminuição continua nas duas avaliações seguintes a aplicação de ambos os protocolos é explicado pelo aumento do volume sanguíneo (hiperémia reactiva) consequência do stress mecânico que leva à segregação de NO, diminuindo o esforço cardíaco para debitar o mesmo volume sanguíneo. Outra situação é a diminuição do tónus basal, que os protocolos de alongamento podem proporcionar.

Referindo novamente os trabalhos de Nichols W, et al, (2005) e Yamamoto K, et al, (2009), que defendem a proporcionalidade entre a diminuição da flexibilidade e o aumento da VOP, refere também existir uma relação intrínseca entre a musculatura lisa e a musculatura contráctil, assim apesar das adaptações ao exercício que os participantes apresentam, podemos corroborar estas mesmas conclusões devido às diferenças significativas encontradas nos tempos de avaliação nas variáveis VOP\_cd, pPAS, pPAD, FC e PP, ou seja, 5 das 8 variáveis em estudo.

Segundo Seals D, Washburn R, Handon P, (1983), a grandeza da resposta dos mecanismos neurais, que determina as alterações imediatas ao nível da actividade eferente do sistema nervoso autónomo (SNS e SNP), é notada sobre o músculo cardíaco e toda sua função, sendo que o SNS, é responsável pela resposta dos vasos

sanguíneos, causando vasoconstrição. A magnitude dessa resposta está também ela relacionada com o grupo muscular que é activado, pois tem relação directa com número de unidades motoras e de fibras musculares recrutadas durante a contracção isométrica. Posto isto, seria de esperar que o protocolo de alongamento utilizando a técnica CRAC tivesse um aumento significativo nos valores explorados de VOP, PA central e periférica e PP.

Segundo Feland J, et al, (2004), Hindle K, et al, (2012) e Sharman M, et al, (2006), o alongamento com a técnica de PNF é mais eficiente que o alongamento clássico no que diz respeito ao aumento da flexibilidade, sendo assim expectável que neste trabalho, houvesse uma maior variabilidade de resultados no que diz respeito à diferença entre intervenções, uma vez que o protocolo com a técnica CRAC do método PNF é mais efectivo na exploração de todos os reflexos musculares que permite, numa avaliação após, um maior aumento comprimento muscular.

A explicação que encontramos para a diferença entre os protocolos, está explicada nos trabalhos de Sharman M, et al, (2006) e Hindle K, et al, (2012) que nos indicam que a técnica com o método PNF obtém aumentos nos níveis de flexibilidade, de forma mais célere que os alongamentos clássicos, devido à melhor utilização dos reflexos miotáticos.

O estudo de Greaney J, et al, (2015) dá-nos ainda outra explicação e reitera que existe o aumento na PA aquando de uma contracção isométrica de 10 segundos, em idosos com HTA, devido ao anormal reflexo pressor, que dá origem a uma resposta neurocirculatória exacerbada, iniciada pelas fibras sensitivas do grupo III que fazem disparar a frequência dos impulsos. O processo pelo qual ocorre é que devido ao estímulo de alongamento, existe uma diminuição de O<sub>2</sub> nos músculos activos, que irá fazer aumentar a concentração de metabolitos nos mesmos músculos, activando assim um anormal reflexo pressor, que vai fazer exacerbar as respostas cardiovasculares, nomeadamente PA e PP.

Assim, o aumento dos valores médios nas variáveis em estudo VOP, PA e PP com excepção de FC, são consequência de mecanismos reflexos de modelação das actividades do SNS, efeito da activação dos circuitos neuronais do SNC em resposta aos estímulos de natureza externa.

Este mecanismo de resposta, tem a sua origem na acção mecânica muscular, inicialmente conduzida dos receptores musculares por meio de fibras aferentes do

grupo III e IV até às áreas de controlo cardiovascular. (Hindle K, et al, 2012; Leite P, et al, 2010; Iellamo, et al, 1999)

Os impulsos gerados devido ao estímulo de estiramento dos OT's, segue pelas vias aferentes do grupo IV e chegam à área do controlo vascular com apenas alguns segundos de diferença entre o estímulo inicial e a resposta, sendo assim possível, de forma aguda, serem estes mecanismos responsáveis pelo aumento de valores de VOP e da PAcentral, na medida retirada imediatamente após a aplicação da técnica (Leite P, et al, 2010; Greaney J, et al, 2015). Além do estímulo excitatório nas fibras aferentes o *stress* mecânico aplicado pelo alongamento faz com que haja um aumento do volume sanguíneo, devido ao corte temporário que aconteceu durante o alongamento, que irá causar uma hiperémia reactiva. Assim se a técnica de alongamento for mais eficaz no aumento da amplitude articular, terá á partida um maior efeito nas componentes cardiovasculares.

Em suma, os receptores musculares aferentes dos grupos III e IV são divididos em ergoceptores, que são activados pelo posicionamento e pela contracção muscular, e nociceptores, activados por estímulos que são responsáveis pela sensação de dor muscular, responsáveis por mecanismos reflexos de defesa causando respostas de alarme e vasoconstricção (Leite P, et al, 2010), assim, quando há uma redução no aporte de oxigênio aos músculos ativos, que é causada por uma obstrução mecânica dos vasos sanguíneos durante a contracção isométrica, é provocado um aumento na concentração de metabólitos no tecido muscular e, conseqüentemente, estimula o reflexo pressor do exercício. (Greaney J, et al, 2015)

Os resultados estatísticos, não são, no entanto, magnânimos quanto às diferenças significativas entre protocolos, o que pode ser explicado pela auto-aplicação do alongamento clássico, pois como é consciente, e aplicada pelo próprio pode não ser suficiente para atingir o verdadeiro limiar de amplitude articular e o total relaxamento do músculo.

Neste trabalho, procurou-se compreender o efeito de dois protocolos diferentes de alongamento, em três medidas diferentes, primeira retirada antes da aplicação da técnica, segunda retirada imediatamente após e a última depois de 10 minutos de repouso, acompanhando assim o comportamento das variáveis dependentes. Foi possível observar, que as variáveis VOP\_cd, pPAS, pPAD, cPAS, cPAD, PP e FC apresentam diferenças significativas entre o primeiro e segundo tempo de avaliação quando aplicada a técnica de PNF. Mesmo não existindo diferenças estatisticamente

significativas entre as intervenções. Em linha com o que Seals D, Washburn R e Hanson P (1983), encontra no seu trabalho.

No presente estudo, os participantes apresentaram respostas cardiovasculares adequadas às técnicas utilizadas, e nenhum apresentou sinais ou sintomas que exigissem a interrupção do exercício. Levando a crer que apesar do aumento apresentado nos valores médios das variáveis, nenhum dos protocolos causa aumentos substanciais que torne perigosa a sua prática em doentes cardíacos. Uma vez que na medida de avaliação retirada 10 minutos após, os valores médios das variáveis voltam a baixar, para valores semelhantes aos valores de retirados em repouso.

Em resumo, podemos perceber que numa avaliação aguda, não existem diferenças estatisticamente relevantes entre os métodos aplicados, assim a prescrição de ambas as técnicas para aumento de flexibilidade é segura e não provoca alterações das condições patológicas apresentadas pelos participantes neste estudo, desde que sejam devidamente avaliados e instruídos durante a realização desse tipo de exercício.

Para estudos futuros, seria interessante avaliar sujeitos com doença cardiovascular mas não adaptados ao exercício (sedentários); medir a força exercida pelos participantes durante a contração isométrica, na aplicação da técnica de PNF, e avaliar também no protocolo de alongamento clássico o nível de activação muscular ao longo da auto-aplicação; aumentar o tempo de exposição a ambas as técnicas, de forma a perceber se a longo prazo é possível alterar VOP e PA, para valores saudáveis, pois sendo técnicas com baixo *effect size* quando comparado com estímulos de outras fontes, como treino de força ou aeróbio, pode ser necessário uma maior frequência de estímulo para chegarmos a resultados que nos permitam intervir em doentes cardíacos.

Em estudos futuros seria interessante perceber a segurança do uso destes protocolos em doentes ainda não integrados em classes de reabilitação, devido a instabilidade da condição cardíaca, podendo assim intervir, para a redução dos factores de risco desde cedo.

É de Salientar ainda que os resultados do presente trabalho devem ser interpretados com cuidado e não devem ser extrapolados para todos os tipos de população.

#### *4.4 – Limitações ao Estudo*

A principal limitação do presente estudo é a adaptação dos sujeitos ao exercício, pois todos eles estão integrados no mínimo há seis meses em classes de reabilitação cardíaca, o estímulo de uma sessão de alongamento de cerca de 30min para avaliação aguda pode ser insuficiente para traduzir efeitos de maior magnitude em sujeitos já adaptados, a somar a isso o tamanho da amostra pode limitar a detecção de associações entre os parâmetros avaliados.

Outra limitação é também o facto de ser apenas uma única intervenção, que serve para perceber se há alguma tendência de resultados mas é insuficiente para ver diferenças significativas, que só pode ser visto numa aplicação a longo prazo.



## **5 - Conclusões**

Com uma única aplicação de duas técnicas de alongamento, numa amostra de doentes cardíacos do género masculino, inseridos á mais de 6 meses em classes de reabilitação cardíaca, não existem diferenças significativas entre a utilização de protocolo de alongamento com método PNF e o alongamento clássico, apesar existir uma tendência para alterações dos valores de VOP, PA, FC e PP com a utilização do protocolo de PNF.

## **6 - Depoimento de Ética**

Os autores declaram que todos os procedimentos são realizados de acordo com os padrões de ética da Declaração de Helsínquia, de 1964, e foi submetido e aprovado pelo Conselho de Ética da Faculdade de Motricidade Humana. Os participantes participaram voluntariamente no presente estudo e assinaram um consentimento informado que após ter sido devidamente lido.

## 7 – Bibliografia

- ALAM Medical. (2016). *Measure of Pulse Wave Velocity and Central Pressure Analysis: Complior Analyse Operator's Manual*. 112 avenue de Paris 94300 Vincennes, France.: ALAM Medical.
- Blacher J, Asmar R, Djane S, London G . (1999). Aortic pulse wave velocity as a marker of cardiovascular risk in hypertensive patients. *Hypertension*, pp. 33(5):1111-7.
- Reference Values for Arterial Stiffness.(2010). Determinants of pulse wave velocity in healthy people and in the presence of cardiovascular risk factors: "establishing normal and referent values". *European Heart Journal*, 31, pp. 2338-2350.
- Cui J, Blaha C, Moradkhan R, Gray K. (2006). Muscle sympathetic nerve activity responses to dynamic passive muscle stretch in humans. *The Journal of Physiology*, pp. (576) 625–634.
- Iellamo F. (2001). Neural mechanisms of cardiovascular regulation during exercise. *Autonomic Neuroscience: Basic and Clinical*, 90(1-2), pp. 66-75.
- Feland J , Marin H. (2004). Effect of submaximal contraction intensity in contract-relax proprioceptive neuromuscular facilitation stretching. *J Sports Med*, pp. (38) 1-2.
- Greaney J, Edwards D, Fadel J. (2015). Rapid onset pressor and sympathetic responses to static handgrip in older hypertensive adults. *Journal of Human Hypertension*, 29, pp. 402-408.
- Heyward H (1996). Evaluation of body composition. *Sports Med*, 22(3), pp. 146-156.
- Hindle K, Whitcomb T, Briggs W, Hong J. (2012). Proprioceptive Neuromuscular Facilitation (PNF):Its Mechanisms and Effects on Range of Motion and Muscular Function. *Journal of Human Kinetics*, pp. (31) 105-113.
- Iellamo F, Pizzinelli P, Massaro M, Raimondi G. (1999). Muscle Metaboreflex Contribution to Sinus Node Regulation During Static Exercise. *Circulation*, 100(1), pp. 27-32.
- INE. (2015). Retrieved Outubro 27, 2018, from Instituto Nacional de Estatística:  
[https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine\\_publicacoes&PUBLICACOESpub\\_boui=277095050&PUBLICACOESmodo=2](https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_publicacoes&PUBLICACOESpub_boui=277095050&PUBLICACOESmodo=2)
- Pina E. (2010). *Anatomia Humana da Locomoção*. Lisboa: Lidel.
- Petty J. (2006). *Exame e Avaliação Neuro-Músculo-esquelético : um manual para terapeutas*. Loures: Lusodidacta.
- Kagaya A, Muraoka Y. (2005). Muscle architecture and its relationship to muscle circulation. *International Journal of Sport and Health Science*, pp. (3) 171–180.

- Laurent S , Boutouyrie P, Asmar R, Gautier I. (2001). Aortic stiffness is an independent predictor of all-cause and cardiovascular mortality in hypertensive patients. *Hypertension*, pp. 37(5):1236-41.
- Laurent S , Boutouyrie P. (2007). Recent Advances in Arterial Stiffness and Wave Reflection in Human Hypertension. *Hypertension*, pp. (49)1-5.
- Laurent S , Katsahian S, Fassot C, Tropeano I. (2003). Aortic stiffness is an independent predictor of fatal stroke in essential. *Stroke*, pp. 34(5):1203-6.
- Leite H, Melo C , Mello M, Silva E . (2010). Resposta da frequência cardíaca durante o exercício isométrico de pacientes submetidos à reabilitação cardíaca fase III. *Revista Brasileira de Fisioterapia*, 14(5), pp. 383-389.
- Nichols W, O'Rourke M, Vlachopoulos C. (2011). *McDonald's Blood Flow in Arteries: Theoretical, Experimental and Clinical*. UK: Edward Arnold.
- Nishiwaki M, Kurobe K, Kiuchi A, Nakamura T, Matsumoto N. (2014). Sex Differences in Flexibility-Arterial Stiffness Relationship and Its Application for Diagnosis of Arterial Stiffening: A Cross-Sectional Observational Study. *Plos one*, pp. 1-19.
- Nishiwaki M , Yonemura H, Kurobe K, Matsumoto N . (2015). Four weeks of regular static stretching reduces arterial stiffness in middle-aged men. *SpringerPlus*, pp. 1-11.
- Ong L , Cheung Y, Man B, Lau P , Lam L . (2007). Prevalence, awareness, treatment, and control of hypertension among United States adults 1999-2004. *Hypertension*, pp. 49(1):69-75.
- Rikli R, Jones C. (1999). Development and Validation of a Functional Fitness Test for Community-Residing Older Adults. *Journal of Aging and Physical Therapy*, pp. 7(2) 129-161.
- Rowland T, Fernhall B. (2007). Cardiovascular responses to static exercise: a re-appraisal. *international journal of sports medicine*, 28(11), pp. 905-908.
- Espirito-Santo H, Daniel F. (2018, Fevereiro). Calcular e apresentar tamanhos do efeito em trabalhos científicos (3): Guia para reportar os tamanhos dos efeito para análise de regressão e ANOVAs. *Revista Portuguesa de Investigação Comportamental e Social*, pp. 1-19.
- Seals D, Washburn R, Hanson P. (1983). Increased cardiovascular response to static contraction of larger muscle groups. *journal of applied physiology*, 54(2), pp. 434-437.
- Sharman M, Cresswell A, Riek S. (2006). Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Stretching: Mechanisms and Clinical Implications. *Sport Med*, pp. 36(11): 929-939.
- Shinno H, Kurose S, Yamanaka Y. (2017). Evaluation of a static stretching intervention on vascular endothelial function and arterial stiffness. *Eur J Sport Sci*, pp. 17(5) 586-592.

- Sutton-Tyrrell K, Najjar S, Boudreau R. (2005). Elevated aortic pulse wave velocity, a marker of arterial stiffness, predicts cardiovascular events in well-functioning older adults. *Circulation*, pp. 111(25):3384-90.
- WHO. (2018). Retrieved Outubro 27, 2018, from World Health Organization : [http://www.who.int/cardiovascular\\_diseases/en/](http://www.who.int/cardiovascular_diseases/en/)
- Williamson J, Fadel P. (2006). New insights into central cardiovascular control during exercise in humans: a central command update. *Experimental Physiology*, 91(1), pp. 51-58.
- Wong A, Figueroa A. (2014). Eight weeks of stretching training reduces aortic wave reflection magnitude and blood pressure in obese postmenopausal women. *Journal of Human Hypertension*, pp. (28) 246–250.
- Yamamoto K, Kawano H, Gando Y. (2009). Poor trunk flexibility is associated. *Am J Physiol Heart Circ Physiol* , pp. 297:H1314-H1318.
- Yamamoto K. (2017). Human flexibility and arterial stiffness. *Phys Fitness Sports Med*, pp. 6 (1): 1-5.
- Yamato Y, Hasegawa N, Fujie S, Ogoh S. (2017). Acute effect of stretching one leg on regional arterial stiffness in young men. *Eur J Appl Physiol*, pp. (117)1227–1232.
- Youdas J, Haeflinger K, Kreun M. (2010). The efficacy of two modified proprioceptive neuromuscular facilitation stretching techniques in subjects with reduce hamstring length. *Physiotherapy Theory and Practice*, pp. 26(4):240–250.