

**COMPARAÇÃO DOS EFEITOS AGUDOS E CRÔNICOS DO  
BEACH TENNIS NA PRESSÃO ARTERIAL ENTRE HOMENS E  
MULHERES COM HIPERTENSÃO ARTERIAL**

Tese de Doutorado

Leandro de Oliveira Carpes

## CIP - Catalogação na Publicação

Carpes, Leandro de Oliveira  
COMPARAÇÃO DOS EFEITOS AGUDOS E CRÔNICOS DO BEACH  
TENNIS NA PRESSÃO ARTERIAL ENTRE HOMENS E MULHERES COM  
HIPERTENSÃO ARTERIAL / Leandro de Oliveira Carpes. --  
2024.

81 f.

Orientador: Rodrigo Ferrari da Silva.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal do Rio  
Grande do Sul, Faculdade de Medicina, Programa de  
Pós-Graduação em Ciências da Saúde: Cardiologia e  
Ciências Cardiovasculares, Porto Alegre, BR-RS, 2024.

1. Hipertensão arterial. 2. Pressão arterial. 3.  
Ensaio clínico randomizado. 4. Esportes. 5. Exercício  
físico. I. da Silva, Rodrigo Ferrari, orient. II.  
Título.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

FACULDADE DE MEDICINA

Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde: Cardiologia e Ciências

Cardiovasculares

**COMPARAÇÃO DOS EFEITOS AGUDOS E CRÔNICOS DO  
BEACH TENNIS NA PRESSÃO ARTERIAL ENTRE HOMENS E  
MULHERES COM HIPERTENSÃO ARTERIAL**

Autor: Leandro de Oliveira Carpes

Orientador: Dr. Rodrigo Ferrari da Silva

*Tese submetida como requisito para  
obtenção do grau de Doutor ao Programa de Pós-  
Graduação em Ciências da Saúde, Área de  
Concentração: Cardiologia e Ciências  
Cardiovasculares, da Universidade Federal do Rio  
Grande do Sul*

Porto Alegre

2024

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus, pela dádiva da vida, pela minha saúde e as bênçãos concedidas ao longo da minha vida e de minha família. Sem Sua presença em minha vida, este sonho não teria se concretizado.

Aos meus pais, Edison e Vera, que sempre acreditaram em mim, e me deram todo amor e suporte necessário para conseguir a realização dos meus sonhos. À toda minha família que mesmo distante, estão na torcida pelo meu sucesso.

À minha esposa Meg e minha filha Bella, por todo amor, carinho e companheirismo que vocês dedicam a mim todos os dias.

Ao meu orientador, Professor Dr. Rodrigo Ferrari, expresso minha profunda gratidão pela confiança depositada em mim. Sou imensamente grato por ter recebido a oportunidade de realizar este trabalho sob sua orientação. Sua paciência e dedicação constantes, foram fundamentais para o desenvolvimento deste projeto. Agradeço também pela parceria que construímos ao longo desse período, onde suas palavras de incentivo, críticas construtivas e conselhos sempre precisos não apenas guiaram meu caminho acadêmico, mas também me proporcionaram um crescimento pessoal significativo. Sua capacidade de inspirar e liderar seus orientandos é admirável.

Aos membros da banca examinadora, Professor Dr. Rodrigo Sudatti Delevatti e Professor Dr. Jerri Luiz Ribeiro, que tão gentilmente aceitaram participar e colaborar com esta tese. Ao Professor Dr. Rodrigo Delevatti, em especial, registro meu agradecimento não apenas pela valiosa contribuição nesta etapa final, mas também por todo o apoio e ensinamentos ao longo de minha formação, desde a graduação.

À Professora Dra. Sandra Fuchs, expresso minha gratidão não apenas por ter aceitado fazer parte da banca, mas também por todo o apoio e generosidade ao compartilhar a estrutura do seu laboratório (PREVER). Agradeço ainda por permitir que eu e meus colegas participássemos das reuniões do seu grupo de estudo, onde adquirimos conhecimentos valiosos e tivemos a oportunidade de enriquecer nossa formação acadêmica. Seu compromisso com a ciência e disposição em auxiliar outros pesquisadores foram inspiradores ao longo de toda essa jornada.

À todos professores e colaboradores do Programa de Pós-graduação em Ciências da Saúde: Cardiologia e Ciências Cardiovasculares, pelo excelente ensino que o programa oferece.

Aos meus amigos e colegas, do Grupo de Estudos em Treinamento físico e esportes (GET-HCPA), Lucas, Vinicius, Nathalia, Dalva, Renata, Daniel, Vitória, Rodrigo L., Rodrigo A., Gabriel, João, Isadora, Paula, que compartilharam comigo essa caminhada de desafios e descobertas. A convivência diária, as discussões acadêmicas e os momentos de descontração tornaram essa jornada mais leve e produtiva.

## **FONTES DE FINANCIAMENTO**

As seguintes instituições colaboraram financeiramente com a execução do projeto do qual deriva o artigo aqui apresentado:

Coordenação de Amparo ao Pessoal do Ensino Superior (CAPES)

Fundo de Incentivo à Pesquisa do Hospital de Clínicas de Porto Alegre (FIPE-HCPA)

Meus sinceros agradecimentos.

## SUMÁRIO

<b>1. LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS .....</b>	<b>1</b>
<b>2. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>4</b>
<b>3. REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>6</b>
Hipertensão arterial sistêmica .....	6
Pressão arterial em homens e mulheres.....	7
Pressão arterial e exercício físico .....	8
Efeitos agudos do exercício físico na pressão arterial.....	9
Mecanismos da hipotensão pós-exercício .....	12
Efeitos crônicos do exercício físico na pressão arterial.....	13
Demandas cardiovasculares do <i>Beach tennis</i> .....	16
<b>4. OBJETIVOS .....</b>	<b>19</b>
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>20</b>
<b>6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>26</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>27</b>
<b>Produção durante o período de doutorado (julho de 2020 – agosto de 2024).....</b>	<b>27</b>

## **1. LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

DCVs- Doenças Cardiovasculares

HAS- Hipertensão Arterial Sistêmica

HPE- Hipotensão Pós-Exercício

IC – Intervalo de Confiança de 95%

PA- Pressão Arterial



## RESUMO

**Objetivo:** Comparar os efeitos agudos e crônicos da prática esportiva em *beach tennis*

na pressão arterial (PA) em homens e mulheres com hipertensão arterial. **Métodos:**

Foram conduzidos dois estudos independentes, randomizados, sendo o primeiro (ensaio clínico randomizado cruzado) avaliando o efeito de uma única sessão de *beach tennis* e uma sessão controle (sem exercícios), e o segundo (estudo longitudinal) avaliando os efeitos de um programa de treinamento de *beach tennis*, realizado duas vezes por semana ao longo de 12 semanas, na pressão arterial de homens e mulheres com hipertensão.

**Resultados:** De forma aguda, comparando as respostas pressóricas ao longo de uma sessão *beach tennis* versus sessão controle, foi observada uma redução aguda na PA sistólica/diastólica após exercício em homens (PA após 45 min: -17 mmHg,  $P < 0,001$  / -8 mmHg,  $P < 0,001$ ) e em mulheres (PA após 45 min: -10 mmHg,  $P = 0,04$  / -4 mmHg,  $P = 0,016$ ), com magnitudes de redução na PA sistólica maior nos homens do que nas mulheres (PA após 45 min: -7 mmHg,  $P = 0,040$ ). Em relação a respostas interindividuais, 69% dos homens e 49% das mulheres foram classificados como *responders* para PA sistólica (redução  $>9$  mmHg). Cronicamente, após um período de 12 semanas de treinamento, homens reduziram a PA sistólica (10 mmHg,  $P < 0,001$ ) e diastólica (-7 mmHg,  $P = 0,001$ ) e as mulheres reduziram a PA sistólica (-8 mmHg,  $P = 0,019$ ) com tendência na PA diastólica (-4 mmHg,  $P = 0,073$ ), sem diferença significativa entre os sexos. No entanto, 69% dos homens e 49% das mulheres foram classificados como *responders* para PA sistólica (redução  $>5$  mmHg).

**Conclusão:** A prática da modalidade esportiva *Beach tennis* pode ser uma opção eficaz para a redução aguda e crônica da PA em homens e mulheres, com efeitos agudos mais pronunciados em homens, e possibilidade de diferenças entre os sexos nas respostas

crônicas de PA em indivíduos submetidos a um programa de treinamento esportivo regular em homens e mulheres com hipertensão.

**Palavras-Chave:** Hipotensão pós-exercício; Exercício; Cardiovascular; Esportes de areia; Esportes de raquete.

## 2. INTRODUÇÃO

A hipertensão arterial representa o principal fator de risco modificável para o desenvolvimento de doenças cardiovasculares (DCV) e mortalidade (Vaduganathan *et al.*, 2022). Estudos recentes buscam compreender as diferenças sexuais na prevalência e no manejo da hipertensão (Cenko *et al.*, 2023; Cífková; Strilchuk, 2022; Connelly; Delles, 2023). Demonstrando que mulheres, particularmente antes da menopausa, tendem a ter níveis mais baixos de PA comparativamente aos homens da mesma faixa etária (Ostchega *et al.*, 2020). Essa diferença é amplamente atribuída à influência dos hormônios sexuais, especialmente os estrogênios, que têm efeitos vasodilatadores e protetores sobre o sistema cardiovascular (Drury *et al.*, 2024). Após a menopausa, no entanto, essa vantagem parece diminuir, e a prevalência de hipertensão em mulheres aumenta significativamente, aproximando-se ou até superando a dos homens (Ostchega *et al.*, 2020).

O exercício físico tem se destacado como uma intervenção terapêutica para redução da PA e na promoção da saúde cardiovascular com benefícios semelhantes ao uso de medicamentos anti-hipertensivos (Naci *et al.*, 2019; Pescatello *et al.*, 2021). A diferenciação entre os sexos no que diz respeito à resposta ao exercício físico e à PA tem sido objeto de estudo e divergências (de Oliveira Carpes *et al.*, 2021; Ji *et al.*, 2024; Mohr *et al.*, 2019). Evidências sugerem que, embora ambos os sexos possam experimentar reduções agudas e crônicas na PA em resposta ao exercício físico (Mohr *et al.*, 2019; Mourot *et al.*, 2020), as respostas fisiológicas e os mecanismos subjacentes podem diferir entre homens e mulheres (de Oliveira Carpes *et al.*, 2021; Mariano *et al.*, 2019).

Dentre as modalidades de exercício físico, o esporte recreacional tem sido objeto de interesse crescente devido à sua acessibilidade, variedade e potencial para promover a adesão a longo prazo (Castagna; Krstrup; Póvoas, 2020; Krstrup *et al.*, 2018; Milanović

*et al.*, 2019). Nesse sentido o *beach tennis* surge como uma opção atraente e acessível para pessoas de várias idades e níveis de aptidão física e técnica. Este esporte mostrou-se seguro para pacientes com hipertensão arterial e apresenta menor risco de lesões em comparação com esportes tradicionais (Berardi *et al.*, 2019; Carpes *et al.*, 2021; Kujala *et al.*, 1995). Sessões de 45 minutos de *beach tennis* resultaram em reduções agudas na PA de homens e mulheres hipertensos, mesmo sem experiência prévia no esporte (Carpes *et al.*, 2021), havendo alta taxa de respondedores (pessoas que conseguem apresentar uma mudança positiva na variável medida após uma intervenção) para hipotensão pós-exercício (HPE) (de Oliveira Carpes *et al.*, 2023). Tendo em vista que a redução crônica da PA por meio de exercícios físicos parece resultar do somatório das HPEs (Kenney; Seals, 1993), tornando o *beach tennis* uma possível estratégia para controle agudo e crônico da PA em homens e mulheres com hipertensão.

Portanto, esta tese busca investigar mais a fundo os efeitos do *beach tennis* recreacional sobre a redução da PA, com um foco específico na compreensão das diferenças entre homens e mulheres com hipertensão. Através de uma revisão abrangente da literatura existente e da realização de dois estudos clínicos, pretende-se contribuir para elucidar os mecanismos fisiológicos subjacentes às respostas diferenciadas de homens e mulheres ao *beach tennis* e sua influência na PA.

### 3. REVISÃO DE LITERATURA

#### Hipertensão arterial sistêmica

A elevação sustentada dos níveis de pressão arterial sistólica (PAS) e pressão arterial diastólica (PAD) a partir de valores de  $\geq 130$  mmHg ou  $\geq 80$  mmHg, respectivamente, é definida como hipertensão arterial sistêmica (HAS) (Whelton Paul K. *et al.*, 2018). A hipertensão é classificada como primária (também conhecida como "essencial") e secundária. A hipertensão secundária é causada por condições específicas e é identificada em apenas 5 a 10% dos pacientes hipertensos (Unger *et al.*, 2020). Por outro lado, a hipertensão primária abrange a maioria dos casos e sua origem é uma interação complexa entre fatores genéticos, ambientais e o processo de envelhecimento (Fuchs; Whelton, 2020). Além disso, mudanças em sistemas de controle cardiovascular, como o sistema renina-angiotensina-aldosterona, regulação cardíaca autonômica e sistemas endoteliais, foram associadas à hipertensão primária (Beevers; Lip; O'Brien, 2001; Oger *et al.*, 2022). A inflamação e a disfunção do sistema imunológico também estão intimamente ligadas à hipertensão, possivelmente impulsionadas pelo estresse oxidativo (Amponsah-Offeh *et al.*, 2023).

A complexidade destes mecanismos, faz com que HAS esteja entre os principais desafios globais de saúde pública, sendo que cada aumento de 10 mmHg nos níveis de PAS, há um aumento de 53% no risco de doença cardiovascular aterosclerótica (Whelton *et al.*, 2020). Além disso, foi responsável por cerca de um quinto de todas as mortes (cerca de 11 milhões) a nível mundial em 2021 (Vaduganathan *et al.*, 2022). No Brasil, segundo o critério de PA  $\geq 140/90$  mmHg ou uso de anti-hipertensivos, HAS atinge aproximadamente 30% de indivíduos adultos com 18 anos ou mais (Picon *et al.*, 2012). Vários elementos influenciam a PA, desde fatores genéticos e étnicos até aspectos como sexo e estilo de vida, o qual inclui a prática de atividade física. Estes últimos, em

particular, desempenham um papel crucial na regulação da PA (Ji *et al.*, 2024; Mancina *et al.*, 2023; Whelton Paul K. *et al.*, 2018).

### **Pressão arterial em homens e mulheres**

Desde o início da vida, as diferenças entre os sexos na trajetória da PA são evidentes e evoluem ao longo do tempo. Por exemplo, em uma coorte realizada na Inglaterra (O’Keeffe *et al.*, 2018), investigou as diferenças sexuais em 11 medidas relacionadas à saúde cardiovascular, desde o nascimento até os 18 anos de idade, e encontrou que aos sete anos, ambos os sexos têm uma PA sistólica semelhante, porém, nas meninas, a PA sistólica é menor em comparação com os meninos a partir dos 13 anos, sendo que aos 18 anos, as mulheres apresentam em torno de 10 mmHg a menos em comparação aos homens (O’Keeffe *et al.*, 2018). Estas diferenças permanecem na meia-idade, com as mulheres apresentando menor prevalência de hipertensão do que os homens (50% vs. 59%) (Ostchega *et al.*, 2020), com o avanço da idade, as mulheres idosas aumentam a prevalência de forma acentuada com valores semelhantes aos homens idosos (74% vs. 75%, respectivamente) (Ostchega *et al.*, 2020).

A diferença na PA entre homens e mulheres tem sido associada principalmente ao estrogênio, que parece ser responsável pela menor PA em mulheres mais jovens (Cífková; Strilchuk, 2022). Os estrogênios desempenham um papel crucial na regulação da pressão arterial (PA) tanto diretamente, através de efeitos não genômicos nas células vasculares, renais e cardíacas, reduzindo vias de cálcio, quanto indiretamente, controlando a expressão de vasoconstritores como angiotensina II, endotelina 1 e catecolaminas, além de modular o sistema renina-angiotensina-aldosterona (RAAS) (Connelly; Delles, 2023; Drury *et al.*, 2024). Em contraste, a testosterona é pró-hipertensiva, aumentando o risco cardiovascular em homens através da ativação do RAAS. Após a menopausa, os níveis mais baixos de estrogênio estão relacionados ao aumento da atividade dos sistemas

hormonais, como o RAAS e o sistema nervoso simpático resultando em maior liberação de renina, aumentando assim a angiotensina II, além da redução da biodisponibilidade vascular do óxido nítrico, resultando em um aumento na síntese de vasoconstritores potentes (Cífková; Strilchuk, 2022; Connelly; Delles, 2023; Drury *et al.*, 2024). Ainda, a menopausa precoce está associada a maior risco de doença cardiovascular, destacando a importância dos fatores hormonais na saúde cardiovascular das mulheres (de Oliveira *et al.*, 2022).

Conforme as diretrizes atuais, os tratamentos para hipertensão incluem tanto abordagens farmacológicas, como medicamentos anti-hipertensivos, quanto não farmacológicas, como mudanças no estilo de vida (Mancia *et al.*, 2023; Whelton Paul K. *et al.*, 2018). Essas abordagens são aplicáveis a ambos os sexos, embora as taxas de controle da hipertensão geralmente sejam maiores em mulheres em estudos populacionais ao redor do mundo (Mills *et al.*, 2016; Zhou *et al.*, 2021). No Brasil, essa tendência também é observada, porém de forma insatisfatória, com taxas de controle de 39% entre mulheres e 28% entre homens na faixa etária de 30 a 79 anos (Zhou *et al.*, 2021). Diante do desafio do baixo controle da PA, estratégias para melhorar o comportamento pressórico, se tornam necessárias, com particular ênfase no papel crucial do exercício físico como uma intervenção eficaz e acessível para aumentar o controle da PA, contribuindo assim para o desenvolvimento de abordagens terapêuticas mais abrangentes e personalizadas entre os sexos.

### **Pressão arterial e exercício físico**

Os benefícios do exercício sobre a PA podem ser observados imediatamente após uma sessão de exercício, com uma redução temporária nos níveis de PA (hipotensão pós-exercício), além de adaptações de longo prazo que incluem a redução da PA em repouso após um período regular de treinamento físico. Essas adaptações contribuem

significativamente para a saúde cardiovascular, desempenhando um papel crucial na prevenção e tratamento da hipertensão, conforme destacado em várias diretrizes (Barroso *et al.*, 2021; Mancia *et al.*, 2023; Whelton Paul K. *et al.*, 2018), com uma classe de recomendação I e nível de evidência A (Whelton Paul K. *et al.*, 2018).

### **Efeitos agudos do exercício físico na pressão arterial**

As reduções crônicas de PA devido ao exercício físico resultam do somatório dos efeitos hipotensores que ocorrem nas horas seguintes à sessão de exercício, esse fenômeno é denominado hipotensão pós-exercício (HPE)(Hamer, 2006; Kenney; Seals, 1993). Esse fenômeno foi documentado pela primeira vez por Hill em 1897, durante 90 minutos após uma corrida de 400 jardas (365,76 metros) (Hill L, 1897). Além da denominação descrita acima, a HPE se caracteriza por valores de PA após uma sessão de exercício, abaixo dos valores de um dia controle (por exemplo, mesmas condições, mas sem exercício) (Ferrari *et al.*, 2017), podendo perdurar por minutos a horas (Carpes *et al.*, 2021).

A magnitude da HPE pode prever a extensão da redução crônica da PA após o treinamento (Wegmann *et al.*, 2018). No entanto, fatores podem influenciar essa magnitude, dependendo da intensidade (Domingues; Cadore; Ferrari, 2020) e do tipo de exercício (de Oliveira Carpes *et al.*, 2023), bem como do sexo (de Oliveira Carpes *et al.*, 2021; Mariano *et al.*, 2019). Em um estudo conduzido em nosso laboratório (de Oliveira Carpes *et al.*, 2021), um total de 24 participantes diagnosticados com hipertensão (12 homens e 12 mulheres), todos com idade superior a 60 anos, foram aleatoriamente designados para participar de duas sessões experimentais distintas: uma sessão de exercícios de potência e uma sessão controle, na qual não foi realizado nenhum exercício físico. Ao compararmos os efeitos da sessão de exercícios de potência com a sessão controle, observamos uma redução significativa na pressão arterial sistólica e diastólica



após 1 hora de exercício entre os homens (-14/-8 mmHg) e uma redução significativa apenas na pressão arterial sistólica entre as mulheres (-7 mmHg). Além disso, ao analisarmos a magnitude da HPE em homens e mulheres, encontramos diferenças estatisticamente significativas em favor dos homens, tanto na pressão arterial sistólica quanto na diastólica após 1 hora de exercício (-7/-9 mmHg).

No entanto, a literatura apresenta resultados conflitantes em relação às diferenças de sexo na magnitude da HPE (Lynn; McCord; Halliwill, 2007; Mariano *et al.*, 2019; Mourot *et al.*, 2020; Queiroz *et al.*, 2013). Embora estudos conduzidos em adultos saudáveis e com a PA controlada, houve diferença a favor dos homens na HPE em comparação com as mulheres após exercícios resistidos (Mariano *et al.*, 2019), mas outros estudos não encontraram diferenças entre os sexos após exercícios aeróbicos (Lynn; McCord; Halliwill, 2007; Mariano *et al.*, 2019; Mourot *et al.*, 2020) e resistidos (Queiroz *et al.*, 2013).

Para uma melhor compreensão do estado da arte, o quadro a seguir oferece uma síntese dos principais estudos que investigaram de forma aguda os efeitos do exercício físico na PA do consultório, com foco na comparação entre os sexos.

Quadro de revisão de literatura sobre o efeito agudo de uma sessão de exercício sobre a pressão arterial em homens e mulheres

	Autor/ Ano/ Revista	Intervenção E1	Intervenção E2	Intervenção C	Sexo	N	Idade	Condição clínica	Δ Pressão arterial	Δ diferença entre os sexos	Tempo de avaliação	
EFEITO AGUDO NA PRESSÃO ARTERIAL	Lynn et al. 2007	Aeróbico contínuo			Homens	14	24 ± 4	Normotensos	PAM = -7%	NS	90 minutos	
	Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol	60 min 60% Vo2máx	-	-	Mulheres	14	23 ± 4		PAM = -4%			
	Queiroz et al. 2013	Exercício resistido tradicional		Repouso (Sentado)	Homens	22	25 ± 1	Normotensos	PAS = -5 mmHg / PAD = -6 mmHg	NS	60 minutos	
	Int J Sports Med	6 exercícios 3x 20 a 40-50% 1RM	-	40 min	Mulheres	22	25 ± 1		PAS = -5 mmHg / PAD = -4 mmHg			
	Mariano et al. 2019	Aeróbico contínuo	Exercício resistido em circuito	Repouso (Sentado)	Homens	11	36 ± 10	Normotensos	E2: PAS= -240 ASC / PAD= -250 ASC	E2: PAD= -248 ASC*	60 minutos	
	Motriz	30 min a 60-70% FCreserva	6 exercícios 3x20 a 40% 1RM	30 min	Mulheres	9	40 ± 11		E1: PAS= -150 ASC / PAD= NS			
	Mourot et al. 2020	Aeróbico contínuo			Homens	12	39 ± 9	Normotensos	PAS = -9 mmHg / PAD = NS	NS	60 minutos	
	Int J Environ Res Public Health	Prova oficial de meia maratona	-	-	Mulheres	13	45 ± 11		PAS = NS / PAD = NS			
	Carpes et al. 2021	Exercício resistido de potência		Repouso (Sentado)	Homens	12	67 ± 5	Hipertensos	PAS = -14 mmHg / PAD = -8 mmHg	PAS = -7 mmHg = -9 mmHg*	PAD	60 minutos
	Front Physiol	5 exercícios 3x 8-10 a 50% 1RM	-	40 min	Mulheres	12	67 ± 4		PAS = -7 mmHg / PAD = NS			

Legendas: \*:  $P < 0,05$  em relação a favor dos homens; NS: Não significativo ( $P > 0,05$ ); C: Controle; E1: Exercício 1; E2: Exercício 2; PAS: Pressão arterial sistólica; PAD: Pressão arterial diastólica; PAM: Pressão arterial média.

### **Mecanismos da hipotensão pós-exercício**

Os mecanismos responsáveis por este fenômeno são variados, envolvendo mudanças durante e após o exercício nos sistemas que regulam a PA (Brasil *et al.*, 2024). Essas mudanças incluem alterações na resistência periférica regional, especificamente no local do músculo exercitado, e na resistência sistêmica, em outras regiões do corpo não envolvidas diretamente no exercício, assim como modificações no débito cardíaco, seja por meio do volume sistólico ou da frequência cardíaca (Halliwill *et al.*, 2013; Hamer, 2006). Esses achados, em conjunto, sustentam a hipótese de que mecanismos centrais desempenham um papel crucial no desenvolvimento da HPE, mediada pela reconfiguração do barorreflexo para um novo ponto de operação inferior aos níveis observados antes do exercício (Brasil *et al.*, 2024).

Durante o exercício, as fibras aferentes musculares liberam a substância P, que ativa um grupo específico de interneurônios do ácido  $\gamma$ -aminobutírico (GABA) no núcleo do trato solitário (NTS), visando restabelecer o barorreflexo para uma pressão arterial elevada, caracterizando a resposta pressora ao exercício (Chen; Bonham, 2010). A ativação da substância P, por meio da ligação ao seu receptor altamente específico neuroquinina-1, durante o exercício, desencadeia a internalização desses receptores, resultando em uma desinibição prolongada dos neurônios barorreceptores de segunda ordem no NTS. Essa desinibição dos neurônios barorreceptores no NTS promove, por meio da ativação dos neurônios GABAérgicos na medula ventrolateral caudal, uma maior inibição dos neurônios simpáticos na medula ventrolateral rostral, culminando em uma redução da pressão arterial (hipotensão pós-exercício, HPE) (Brasil *et al.*, 2024; Halliwill *et al.*, 2013).

A literatura indica que há uma atividade mais elevada do sistema nervoso simpático em homens em comparação com mulheres (Fu; Ogoh, 2019), a estimulação do

sistema nervoso simpático eleva a PA em decorrência do envolvimento de barorreceptores e quimiorreceptores relatados acima (Díaz-Morales *et al.*, 2023), sugerindo uma potencial janela de oportunidade para a redução da PA mais ampla nos homens após o exercício. Essa diferença na atividade simpática pode influenciar a magnitude e a duração da HPE, no entanto, essa hipótese permanece sendo especulativa, tornando-se necessário realizar investigações adicionais que examinem detalhadamente a dinâmica da atividade do sistema nervoso simpático após exercícios em ambos os sexos.

Também descrito como um fator importante associado ao exercício agudo na HPE, a vasodilatação sustentada é mediada pelas contribuições da produção de histamina e a ativação de seus receptores (H1 e H2) na vasculatura. Embora a contribuição primária de cada receptor ocorra em momentos diferentes, esses receptores ativados no músculo anteriormente ativo parecem componentes obrigatórios para a HPE (McCord; Halliwill, 2006).

### **Efeitos crônicos do exercício físico na pressão arterial**

O exercício físico regular é amplamente reconhecido por seus benefícios na redução crônica da PA e é fortemente recomendado por diretrizes conjuntas da *American Heart Association* (AHA) e da *American College of Sports Medicine* (ACSM) como uma estratégia efetiva para a redução da PA (Arnett *et al.*, 2019; Carey; Whelton; 2017 ACC/AHA Hypertension Guideline Writing Committee, 2018), com efeito semelhante ao uso de medicamentos anti-hipertensivos (Naci *et al.*, 2019). Diversas meta-análises têm demonstrado que a prática constante de atividades aeróbicas pode levar a uma diminuição significativa nos níveis de PA tanto em indivíduos normotensos quanto em hipertensos (Cornelissen; Smart, 2013; Saco-Ledo *et al.*, 2020), com magnitudes semelhantes entre treinamento contínuo de intensidade moderada ou treinamento

intervalado de alta intensidade (HIIT) (Carpes *et al.*, 2022).

Além dos exercícios aeróbicos, o treinamento resistido, bem como o treinamento combinado (inclusão de exercícios resistidos em conjunto com exercício aeróbico na mesma sessão ou em dias separados) também tem sido associado à redução da PA, mas com reduções mais modestas (Cornelissen; Smart, 2013; MacDonald *et al.*, 2016). No entanto, a eficácia desses programas de exercícios físicos está intimamente ligada à sua continuidade e regularidade. Apesar do reconhecimento dos benefícios da atividade física para a saúde, incluindo a prevenção de doenças crônicas não transmissíveis, o nível de engajamento da população em atividades físicas permanece baixo (Loprinzi *et al.*, 2015).

Nesse contexto, o esporte recreativo se apresenta como uma alternativa promissora, introduzindo aspectos competitivos e componentes sociais que podem aumentar a motivação para a atividade física entre participantes de diferentes idades, sexos e níveis de condicionamento físico (Ball; Bice; Parry, 2014). A natureza envolvente do esporte recreativo pode torná-lo mais cativante, favorecendo a adesão a longo prazo e permitindo que os indivíduos mantenham um nível consistente de atividade física (Castagna; Krstrup; Póvoas, 2020). Revisões narrativas indicam que, após 12 semanas de treinamento recreativo em futebol, há uma diminuição da PA sistólica/diastólica de aproximadamente 8/7 mmHg em homens (Bangsbo *et al.*, 2015) e 4/2 mmHg em mulheres (Krstrup *et al.*, 2018). Ainda, em uma revisão sistemática com meta-análise envolvendo 17 estudos, composta por homens e mulheres tanto com PA normal quanto com hipertensão, utilizou o futebol recreativo como intervenção comparada a um grupo controle sem exercício, foi observado uma redução da PA sistólica/diastólica de 2/4 mmHg em homens e de 4/2 mmHg em mulheres, favorecendo a intervenção com futebol (Milanović *et al.*, 2019).

No entanto, de acordo com uma revisão de literatura prévia realizada pelo autor,

apenas um estudo foi encontrado que compara o efeito do esporte recreativo na PA entre os sexos (Mohr *et al.*, 2019). Esse estudo foi realizado em uma amostra composta por indivíduos pré-diabéticos, 45% utilizando medicamentos anti-hipertensivos e com idades entre 55 e 70 anos. Os participantes foram randomizados para um grupo de treinamento de futebol (2 vezes por semana, de 30 a 60 minutos) juntamente com aconselhamento dietético (plano alimentar fornecendo 1800 kcal por dia para mulheres e 2300 kcal por dia para homens) (n=13 homens e 14 mulheres) ou para um grupo de aconselhamento dietético (mesmo plano alimentar do grupo de exercício) (n=12 homens e 14 mulheres). Após 16 semanas de intervenção, o grupo que realizou futebol + dieta reduziu a PA sistólica/diastólica de maneira semelhante em ambos os sexos (homens: -11/-7 mmHg; mulheres: -11/-7 mmHg). No entanto, no grupo de aconselhamento dietético, somente as mulheres apresentaram redução significativa na PA (-11/-9 mmHg), enquanto nos homens não houve efeito significativo (2/0 mmHg). Ao analisar os sexos separadamente, observou-se que, nos homens, a intervenção combinada de futebol + aconselhamento dietético foi significativamente mais eficaz do que o aconselhamento dietético isolado ( $\Delta$  -13/-7 mmHg). Em contraste, para as mulheres, não houve diferença significativa entre as intervenções.

Os mecanismos que levam à redução da PA após treinamento em esportes recreacionais ainda não são completamente compreendidos. A redução crônica da PA é atribuída a várias adaptações fisiológicas no sistema cardiovascular, a participação em diversos esportes melhora muitos destes fatores, incluindo o aumento da capacidade cardiorrespiratória (Castagna; Krstrup; Póvoas, 2020) e a melhora da função endotelial (Schmidt *et al.*, 2015), que promovem vasodilatação e diminuição da resistência vascular periférica (Ambrosino *et al.*, 2022). Além disso, adaptações positivas da estrutura cardíaca, por exemplo, aumento da massa ventricular esquerda e do índice de massa

ventricular esquerda (Hornstrup *et al.*, 2020) e modificações nos mecanismos neurais de controle da PA, como a diminuição da atividade simpática e o aumento da atividade parassimpática (Knoepfli-Lenzin *et al.*, 2010), também são fundamentais. Essas adaptações são especialmente importantes para populações hipertensas, que frequentemente apresentam disfunção autonômica. Em resumo, os esportes recreacionais atuam em múltiplos sistemas fisiológicos para promover a redução crônica da PA, sendo uma intervenção não farmacológica eficaz na prevenção e tratamento da hipertensão.

### **Demandas cardiovasculares do *Beach tennis***

Apesar dos evidentes benefícios cardiovasculares proporcionados pelos esportes recreacionais, a literatura se concentra em esportes de contato, como futebol e handball (Castagna; Krstrup; Póvoas, 2020). No entanto, esses esportes podem apresentar barreiras, especialmente sobre os riscos de lesões musculoesqueléticas e necessidade de grande número de participantes para compor o jogo (Chang *et al.*, 2018). Portanto, é crucial ampliar a pesquisa com variedade maior de modalidades esportivas, a fim de encontrar alternativas que ofereçam benefícios semelhantes com menor risco e acessibilidade mais ampla. Alternativamente, esportes sem contato físico e realizados com poucos participantes podem ser vantajosos para aumentar a adesão em ambos os sexos (Trajković *et al.*, 2020). Esportes de praia emergem como opções particularmente interessantes devido à sua fácil acessibilidade, à necessidade de um número reduzido de participantes e ao menor risco de lesões em comparação aos esportes tradicionais de invasão (Berardi *et al.*, 2019).

O *beach tennis* se destaca como uma modalidade esportiva particularmente interessante devido à sua facilidade de aprendizado, necessitando em média de uma a duas sessões de familiarização para que adultos com hipertensão, sem experiência prévia no esporte, joguem de acordo com as regras oficiais da modalidade (Carpes *et al.*, 2021).

As raquetes e a quadra são menores em comparação ao tênis tradicional, e as bolinhas são mais lentas, facilitando a prática por diversas faixas etárias e níveis de condicionamento físico (Ferrari *et al.*, 2021). Além disso, oferece uma vantagem de ser praticado ao ar livre, o que atrai praticantes que apreciam atividades com exposição ao sol. No entanto, a modalidade também pode ser jogada em quadras cobertas, permitindo a continuidade da prática mesmo em condições climáticas adversas, o que favorece a regularidade dos treinos e a adesão à atividade.

O *beach tennis* pode ser jogado tanto individualmente (1 vs. 1) quanto em duplas (2 vs. 2), sendo a modalidade em duplas a mais comum. A simplicidade de organizar partidas com apenas dois ou quatro participantes torna este esporte uma excelente opção para obter alta aderência entre os praticantes e uma grande vantagem em relação a outros esportes coletivos, que frequentemente requerem um número maior de jogadores para formar equipes completas. Além disso, a dinâmica de jogo em duplas promove interação social e colaboração, aspectos que são especialmente atrativos para os jogadores e contribuem para a manutenção do interesse e da regularidade na prática esportiva.

Além destas vantagens, adultos com hipertensão conseguem atingir um alto estresse fisiológico durante uma sessão de 45 minutos (62% frequência cardíaca de reserva [intensidade vigorosa]), mas percebem menos esforço durante a prática (4 UA da escala de Borg 0-10 [intensidade moderada]), e demonstram um alto nível de divertimento relacionado à prática (117 UA da escala de PACES com pontuação máxima de 126 UA, correspondente a 93% de satisfação com a sessão de exercício) (Carpes *et al.*, 2021). Esses achados sugerem que o *beach tennis* recreativo tem potencial para ser utilizado como estratégia para promover benefícios à saúde, de retenção e continuidade associados ao prazer e à satisfação durante a atividade física.

Também, demonstra ser benéfico na redução aguda da PA em pacientes



hipertensos, com reduções de média em 24 horas após a sessão na PA sistólica (- 6 mmHg) e diastólica (- 3 mmHg) (Carpes *et al.*, 2021), com alta taxa de respondedores para HPE na PA de laboratório após 60 minutos de sessão, a PA sistólica/diastólica foi de 87%/61%, em comparação com modalidades tradicionais de exercícios, como aeróbico (61%/28%), exercício resistido (43%/40%) e exercício combinado (56%/44%), respectivamente (de Oliveira Carpes *et al.*, 2023), com melhora na variabilidade de 1 mmHg da PA sistólica diurna e diastólica de 24 horas em comparação com uma sessão controle sem exercício em adultos com hipertensão (Domingues *et al.*, 2022). É importante destacar que estas pesquisas foram conduzidas com uma amostra composta por homens e mulheres, sem distinção de sexo, não sendo evidenciado se há diferença na resposta pressórica entre eles. Dadas estas lacunas, o presente estudo justifica-se pela necessidade de entender os potenciais efeitos agudos e crônicos da prática de beach tennis sobre a PA em indivíduos hipertensos, considerando as diferenças baseadas no sexo.

#### 4. OBJETIVOS

##### **Objetivo geral:**

Comparar os efeitos agudos e crônicos da prática esportiva com *beach tennis* sobre a pressão arterial em homens e mulheres com hipertensão arterial.

##### **Objetivos específicos:**

Avaliar a variação da PA, avaliada através do método oscilométrico nos 45 minutos após as sessões experimentais de *beach tennis* e controle e compará-las em homens e mulheres.

Avaliar a variação da PA, avaliada através do método oscilométrico após 12 semanas de treinamento em *beach tennis* e compará-las entre homens e mulheres.

Avaliar a resposta interindividual após as intervenções em homens e mulheres.

##### **Hipóteses:**

A intervenção com *beach tennis* reduz a pressão arterial de forma aguda e crônica em homens e mulheres, com maior magnitude nos homens em comparação às mulheres.

## REFERENCIAS

- AMBROSINO, P. *et al.* Mechanisms and Clinical Implications of Endothelial Dysfunction in Arterial Hypertension. **Journal of Cardiovascular Development and Disease**, [s. l.], v. 9, n. 5, p. 136, 2022.
- AMPONSAH-OFFEH, M. *et al.* Oxidative Stress, Antioxidants and Hypertension. **Antioxidants**, [s. l.], v. 12, n. 2, p. 281, 2023.
- ANDERSEN, L. J. *et al.* Football as a treatment for hypertension in untrained 30-55-year-old men: a prospective randomized study. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, [s. l.], v. 20 Suppl 1, p. 98–102, 2010.
- ARNETT, D. K. *et al.* 2019 ACC/AHA Guideline on the Primary Prevention of Cardiovascular Disease: Executive Summary: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical Practice Guidelines. **Journal of the American College of Cardiology**, [s. l.], v. 74, n. 10, p. 1376–1414, 2019.
- ARNEY, B. E. *et al.* Comparison of Rating of Perceived Exertion Scales During Incremental and Interval Exercise. **Kinesiology**, [s. l.], v. 51, n. 2, p. 150–157, 2019.
- BALL, J. W.; BICE, M. R.; PARRY, T. Adults' Motivation for Physical Activity: Differentiating Motives for Exercise, Sport, and Recreation: **Recreational Sports Journal**, [s. l.], 2014. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1123/rsj.2014-0048>. Acesso em: 31 jul. 2020.
- BANGSBO, J. *et al.* Recreational football for disease prevention and treatment in untrained men: a narrative review examining cardiovascular health, lipid profile, body composition, muscle strength and functional capacity. **British Journal of Sports Medicine**, [s. l.], v. 49, n. 9, p. 568–576, 2015.
- BARROSO, W. K. S. *et al.* Brazilian Guidelines of Hypertension - 2020. **Arquivos Brasileiros De Cardiologia**, [s. l.], v. 116, n. 3, p. 516–658, 2021.
- BARTLETT, J. D. *et al.* High-intensity interval running is perceived to be more enjoyable than moderate-intensity continuous exercise: implications for exercise adherence. **Journal of Sports Sciences**, [s. l.], v. 29, n. 6, p. 547–553, 2011.
- BEEVERS, G.; LIP, G. Y.; O'BRIEN, E. ABC of hypertension: The pathophysiology of hypertension. **BMJ (Clinical research ed.)**, [s. l.], v. 322, n. 7291, p. 912–916, 2001.
- BELLISSIMO, M. P. *et al.* Cardiometabolic Risk Reduction Through Recreational Group Sport Interventions in Adults: A Systematic Review and Meta-analysis. **Mayo Clinic Proceedings**, [s. l.], v. 93, n. 10, p. 1375–1396, 2018.
- BERARDI, M. *et al.* Beach tennis injuries: a cross-sectional survey of 206 elite and recreational players. **The Physician and Sportsmedicine**, [s. l.], 2019.
- BORG, G. **Borg's perceived exertion and pain scales**. Champaign, IL, US: Human Kinetics, 1998. (Borg's perceived exertion and pain scales). p. viii, 104
- BOUTRON, I. *et al.* CONSORT Statement for Randomized Trials of Nonpharmacologic Treatments: A 2017 Update and a CONSORT Extension for Nonpharmacologic Trial Abstracts. **Annals of Internal Medicine**, [s. l.], v. 167, n. 1, p. 40–47, 2017.
- BRASIL, I. A. *et al.* Central and peripheral mechanisms underlying postexercise hypotension: a scoping review. **Journal of Hypertension**, [s. l.], v. 42, n. 5, p. 751, 2024.
- CAREY, R. M.; WHELTON, P. K.; 2017 ACC/AHA HYPERTENSION GUIDELINE WRITING COMMITTEE. Prevention, Detection, Evaluation, and Management of High Blood Pressure in Adults: Synopsis of the 2017 American College of Cardiology/American Heart Association Hypertension Guideline. **Annals of Internal Medicine**, [s. l.], v. 168, n. 5, p. 351–358, 2018.
- CARPES, L. *et al.* High-intensity interval training reduces blood pressure in older adults:

- A systematic review and meta-analysis. **Experimental Gerontology**, [s. l.], v. 158, p. 111657, 2022.
- CARPES, L. *et al.* Recreational beach tennis reduces 24-h blood pressure in adults with hypertension: a randomized crossover trial. **European Journal of Applied Physiology**, [s. l.], v. 121, n. 5, p. 1327–1336, 2021.
- CARPIO-RIVERA, E. *et al.* Efeito Agudo do Exercício Sobre a Pressão Arterial: Uma Investigação Metanalítica. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, [s. l.], v. 106, n. 5, p. 422–433, 2016.
- CASONATTO, J. *et al.* The blood pressure-lowering effect of a single bout of resistance exercise: A systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. **European Journal of Preventive Cardiology**, [s. l.], v. 23, n. 16, p. 1700–1714, 2016.
- CASTAGNA, C.; KRUSTRUP, P.; PÓVOAS, S. Cardiovascular fitness and health effects of various types of team sports for adult and elderly inactive individuals - a brief narrative review. **Progress in Cardiovascular Diseases**, [s. l.], v. 63, n. 6, p. 709–722, 2020.
- CENKO, E. *et al.* Sex Differences in Heart Failure Following Acute Coronary Syndromes. **JACC: Advances**, [s. l.], v. 2, n. 3, p. 100294, 2023.
- CHANG, C. *et al.* Perceived Barriers to Physical Activity Among Low-Income Latina Women at Risk for Type 2 Diabetes. **The Diabetes Educator**, [s. l.], v. 44, n. 5, p. 444–453, 2018.
- CHEN, C.-Y.; BONHAM, A. C. Postexercise Hypotension: Central Mechanisms. **Exercise and sport sciences reviews**, [s. l.], v. 38, n. 3, p. 122–127, 2010.
- CHOBANIAN, A. V. *et al.* The Seventh Report of the Joint National Committee on Prevention, Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Pressure: the JNC 7 report. **JAMA**, [s. l.], v. 289, n. 19, p. 2560–2572, 2003.
- CÍFKOVÁ, R.; STRILCHUK, L. Sex differences in hypertension. Do we need a sex-specific guideline?. **Frontiers in Cardiovascular Medicine**, [s. l.], v. 9, 2022. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fcvm.2022.960336>. Acesso em: 26 nov. 2023.
- CIOLAC, E. G. *et al.* Acute effects of continuous and interval aerobic exercise on 24-h ambulatory blood pressure in long-term treated hypertensive patients. **International Journal of Cardiology**, [s. l.], v. 133, n. 3, p. 381–387, 2009.
- CONNELLY, P. J.; DELLES, C. Journal of Human Hypertension special issue on sex and gender differences in hypertension. **Journal of Human Hypertension**, [s. l.], v. 37, n. 8, p. 587–588, 2023.
- CORDEIRO, R. *et al.* Influence of Acute Concurrent Exercise Performed in Public Fitness Facilities on Ambulatory Blood Pressure Among Older Adults in Rio de Janeiro City. **Journal of Strength and Conditioning Research**, [s. l.], v. 32, n. 10, p. 2962–2970, 2018.
- CORNELISSEN, V. A.; SMART, N. A. Exercise training for blood pressure: a systematic review and meta-analysis. **Journal of the American Heart Association**, [s. l.], v. 2, n. 1, p. e004473, 2013.
- CUSPIDI, C. *et al.* Treatment of hypertension: The ESH/ESC guidelines recommendations. **Pharmacological Research**, [s. l.], v. 128, p. 315–321, 2018.
- DE OLIVEIRA, G. M. M. *et al.* Posicionamento sobre a Saúde Cardiovascular nas Mulheres – 2022. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, [s. l.], v. 119, n. 5, p. 815–882, 2022.
- DE OLIVEIRA CARPES, L. *et al.* Rate of Responders for Post-Exercise Hypotension after Beach Tennis, Aerobic, Resistance and Combined Exercise Sessions in Adults with Hypertension. **Sports**, [s. l.], v. 11, n. 3, p. 58, 2023.

- DE OLIVEIRA CARPES, L. *et al.* Sex Differences in Post-exercise Hypotension, Ambulatory Blood Pressure Variability, and Endothelial Function After a Power Training Session in Older Adults. **Frontiers in Physiology**, [s. l.], v. 12, p. 657373, 2021.
- DÍAZ-MORALES, N. *et al.* Renal sympathetic activity: A key modulator of pressure natriuresis in hypertension. **Biochemical Pharmacology**, [s. l.], v. 208, p. 115386, 2023.
- DOMINGUES, L. B. *et al.* Effects of a single beach tennis session on short-term blood pressure variability in individuals with hypertension: a randomized crossover trial. **Blood Pressure Monitoring**, [s. l.], v. 27, n. 3, p. 185, 2022.
- DOMINGUES, L. B.; CADORE, E. L.; FERRARI, R. Hemodynamic responses of resistance exercise performed with repetitions to failure and not to failure in adults with hypertension. **Blood Pressure Monitoring**, [s. l.], 2020.
- DRURY, E. R. *et al.* Sex differences in blood pressure regulation and hypertension: renal, hemodynamic, and hormonal mechanisms. **Physiological Reviews**, [s. l.], v. 104, n. 1, p. 199–251, 2024.
- ESTON, R. Use of ratings of perceived exertion in sports. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, [s. l.], v. 7, n. 2, p. 175–182, 2012.
- FERRARI, R. *et al.* Effect of recreational beach tennis on ambulatory blood pressure and physical fitness in hypertensive individuals (BAH study): rationale and study protocol. **BMC public health**, [s. l.], v. 21, n. 1, p. 56, 2021.
- FERRARI, R. *et al.* Effects of concurrent and aerobic exercises on postexercise hypotension in elderly hypertensive men. **Experimental Gerontology**, [s. l.], v. 98, p. 1–7, 2017.
- FOSTER, C. *et al.* A new approach to monitoring exercise training. **Journal of Strength and Conditioning Research**, [s. l.], v. 15, n. 1, p. 109–115, 2001.
- FU, Q.; OGOH, S. Sex differences in baroreflex function in health and disease. **The journal of physiological sciences: JPS**, [s. l.], v. 69, n. 6, p. 851–859, 2019.
- FUCHS, F. D.; WHELTON, P. K. High Blood Pressure and Cardiovascular Disease. **Hypertension**, [s. l.], v. 75, n. 2, p. 285–292, 2020.
- GROSSMAN, E. Ambulatory Blood Pressure Monitoring in the Diagnosis and Management of Hypertension. **Diabetes Care**, [s. l.], v. 36, n. Suppl 2, p. S307–S311, 2013.
- HALLIWILL, J. R. *et al.* Postexercise hypotension and sustained postexercise vasodilatation: what happens after we exercise?. **Experimental Physiology**, [s. l.], v. 98, n. 1, p. 7–18, 2013.
- HAMER, M. The anti-hypertensive effects of exercise: integrating acute and chronic mechanisms. **Sports Medicine (Auckland, N.Z.)**, [s. l.], v. 36, n. 2, p. 109–116, 2006.
- HILL L. Arterial pressure in man while sleeping, resting, working and bathing. [s. l.], v. 22, p. xxvi–xxix, 1897.
- HORNSTRUP, T. *et al.* Cardiovascular and metabolic health effects of team handball training in overweight women: Impact of prior experience. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, [s. l.], v. 30, n. 2, p. 281–294, 2020.
- HUNT, K. *et al.* A gender-sensitised weight loss and healthy living programme for overweight and obese men delivered by Scottish Premier League football clubs (FFIT): a pragmatic randomised controlled trial. **The Lancet**, [s. l.], v. 383, n. 9924, p. 1211–1221, 2014.
- JI, H. *et al.* Sex Differences in Association of Physical Activity With All-Cause and Cardiovascular Mortality. **Journal of the American College of Cardiology**, [s. l.], v. 83, n. 8, p. 783–793, 2024.
- KENDZIERSKI, D.; DECARLO, K. J. Physical Activity Enjoyment Scale: Two validation studies. **Journal of Sport & Exercise Psychology**, [s. l.], v. 13, n. 1, p. 50–

64, 1991.

KENNEY, M. J.; SEALS, D. R. Postexercise hypotension. Key features, mechanisms, and clinical significance. **Hypertension (Dallas, Tex.: 1979)**, [s. l.], v. 22, n. 5, p. 653–664, 1993.

KIENS, B. *et al.* [Physical inactivity--consequences and correlations]. **Ugeskrift for Laeger**, [s. l.], v. 169, n. 25, p. 2442–2445, 2007.

KNOEPFLI-LENZIN, C. *et al.* Effects of a 12-week intervention period with football and running for habitually active men with mild hypertension. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, [s. l.], v. 20 Suppl 1, p. 72–79, 2010.

KRUSTRUP, P. *et al.* Effects of recreational football on women's fitness and health: adaptations and mechanisms. **European Journal of Applied Physiology**, [s. l.], v. 118, n. 1, p. 11–32, 2018.

KRUSTRUP, P. *et al.* Executive summary: the health and fitness benefits of regular participation in small-sided football games. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, [s. l.], v. 20 Suppl 1, p. 132–135, 2010a.

KRUSTRUP, P. *et al.* Long-term musculoskeletal and cardiac health effects of recreational football and running for premenopausal women. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, [s. l.], v. 20 Suppl 1, p. 58–71, 2010b.

KUJALA, U. M. *et al.* Acute injuries in soccer, ice hockey, volleyball, basketball, judo, and karate: analysis of national registry data. **BMJ : British Medical Journal**, [s. l.], v. 311, n. 7018, p. 1465–1468, 1995.

LIU, L. *et al.* The Felodipine Event Reduction (FEVER) Study: a randomized long-term placebo-controlled trial in Chinese hypertensive patients. **Journal of Hypertension**, [s. l.], v. 23, n. 12, p. 2157–2172, 2005.

LOPRINZI, P. D. *et al.* Physical activity-related beliefs and discrepancies between beliefs and physical activity behavior for various chronic diseases. **Physiology & Behavior**, [s. l.], v. 151, p. 577–582, 2015.

LOS ARCOS, A. *et al.* Effects of Small-Sided Games vs. Interval Training in Aerobic Fitness and Physical Enjoyment in Young Elite Soccer Players. **PLoS ONE**, [s. l.], v. 10, n. 9, 2015. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4558056/>. Acesso em: 9 maio 2020.

LYNN, B. M.; MCCORD, J. L.; HALLIWILL, J. R. Effects of the menstrual cycle and sex on postexercise hemodynamics. **American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology**, [s. l.], 2007. Disponível em: <https://journals.physiology.org/doi/10.1152/ajpregu.00589.2006>. Acesso em: 13 maio 2024.

MACDONALD, H. V. *et al.* Dynamic Resistance Training as Stand-Alone Antihypertensive Lifestyle Therapy: A Meta-Analysis. **Journal of the American Heart Association**, [s. l.], v. 5, n. 10, 2016.

MALACHIAS, M. *et al.* 7th Brazilian Guideline of Arterial Hypertension: Chapter 1 - Concept, Epidemiology and Primary Prevention. **Arquivos Brasileiros De Cardiologia**, [s. l.], v. 107, n. 3 Suppl 3, p. 1–6, 2016.

MANCIA, G. *et al.* 2023 ESH Guidelines for the management of arterial hypertension The Task Force for the management of arterial hypertension of the European Society of Hypertension: Endorsed by the International Society of Hypertension (ISH) and the European Renal Association (ERA). **Journal of Hypertension**, [s. l.], v. 41, n. 12, p. 1874–2071, 2023.

MARIANO, I. M. *et al.* Sex and exercise-mode differences in post-exercise blood pressure and heart rate variability responses during a workday. **Motriz: Revista de Educação Física**, [s. l.], v. 25, n. 1, 2019. Disponível em:

- [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S1980-65742019000100701&lng=en&nrm=iso&tlng=en](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1980-65742019000100701&lng=en&nrm=iso&tlng=en). Acesso em: 24 mar. 2021.
- MCCORD, J. L.; HALLIWILL, J. R. H1 and H2 receptors mediate postexercise hyperemia in sedentary and endurance exercise-trained men and women. **Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md.: 1985)**, [s. l.], v. 101, n. 6, p. 1693–1701, 2006.
- MELO, C. M. *et al.* Postexercise hypotension induced by low-intensity resistance exercise in hypertensive women receiving captopril. **Blood Pressure Monitoring**, [s. l.], v. 11, n. 4, p. 183–189, 2006.
- MILANOVIĆ, Z. *et al.* Broad-spectrum physical fitness benefits of recreational football: a systematic review and meta-analysis. **British Journal of Sports Medicine**, [s. l.], v. 53, n. 15, p. 926–939, 2019.
- MILLS, K. T. *et al.* Global Disparities of Hypertension Prevalence and Control: A Systematic Analysis of Population-Based Studies From 90 Countries. **Circulation**, [s. l.], v. 134, n. 6, p. 441–450, 2016.
- MOHR, M. *et al.* Gender-dependent evaluation of football as medicine for prediabetes. **European Journal of Applied Physiology**, [s. l.], v. 119, n. 9, p. 2011–2024, 2019.
- MOUROT, L. *et al.* Post-Exercise Hypotension and Reduced Cardiac Baroreflex after Half-Marathon Run: In Men, but Not in Women. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, [s. l.], v. 17, n. 17, 2020. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7503517/>. Acesso em: 2 nov. 2020.
- NACI, H. *et al.* How does exercise treatment compare with antihypertensive medications? A network meta-analysis of 391 randomised controlled trials assessing exercise and medication effects on systolic blood pressure. **British Journal of Sports Medicine**, [s. l.], v. 53, n. 14, p. 859–869, 2019.
- NIELSEN, G. *et al.* Health promotion: the impact of beliefs of health benefits, social relations and enjoyment on exercise continuation. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, [s. l.], v. 24 Suppl 1, p. 66–75, 2014.
- O'BRIEN, E. *et al.* European Society of Hypertension position paper on ambulatory blood pressure monitoring. **Journal of Hypertension**, [s. l.], v. 31, n. 9, p. 1731–1768, 2013.
- O'BRIEN, E.; PARATI, G.; STERGIOU, G. Ambulatory blood pressure measurement: what is the international consensus?. **Hypertension (Dallas, Tex.: 1979)**, [s. l.], v. 62, n. 6, p. 988–994, 2013.
- OGER, E. *et al.* Effectiveness of angiotensin-converting enzyme inhibitors and angiotensin receptor blockers on total and cardiovascular mortality and morbidity in primary prevention: A nationwide study based on French Health Insurance Data (SNDS). **The Journal of Clinical Hypertension**, [s. l.], v. 24, n. 4, p. 438–448, 2022.
- O'KEEFFE, L. M. *et al.* Sex-specific trajectories of measures of cardiovascular health during childhood and adolescence: A prospective cohort study. **Atherosclerosis**, [s. l.], v. 278, p. 190–196, 2018.
- OSTCHEGA, Y. *et al.* Hypertension Prevalence Among Adults Aged 18 and Over: United States, 2017-2018. **NCHS data brief**, [s. l.], n. 364, p. 1–8, 2020.
- PESCATELLO, L. S. *et al.* Do the combined blood pressure effects of exercise and antihypertensive medications add up to the sum of their parts? A systematic meta-review. **BMJ Open Sport — Exercise Medicine**, [s. l.], v. 7, n. 1, p. e000895, 2021.
- QUEIROZ, A. C. C. *et al.* Gender influence on post-resistance exercise hypotension and hemodynamics. **International Journal of Sports Medicine**, [s. l.], v. 34, n. 11, p. 939–944, 2013.
- QUEIROZ, A. C. C. *et al.* Post-resistance exercise hemodynamic and autonomic responses: Comparison between normotensive and hypertensive men. **Scandinavian**

- Journal of Medicine & Science in Sports**, [s. l.], v. 25, n. 4, p. 486–494, 2015.
- RAEDEKE, T. D. The Relationship Between Enjoyment and Affective Responses to Exercise. **Journal of Applied Sport Psychology**, [s. l.], v. 19, n. 1, p. 105–115, 2007.
- RISSARDI, G. da G. L. *et al.* Prevalence of Physical Inactivity and its Effects on Blood Pressure and Metabolic Parameters in a Brazilian Urban Population. **International Journal of Cardiovascular Sciences**, [s. l.], v. 31, n. 6, p. 594–602, 2018.
- SACO-LEDO, G. *et al.* Exercise Reduces Ambulatory Blood Pressure in Patients With Hypertension: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. **Journal of the American Heart Association**, [s. l.], v. 9, n. 24, p. e018487, 2020.
- SAKAMOTO, S. Prescription of exercise training for hypertensives. **Hypertension Research**, [s. l.], v. 43, n. 3, p. 155–161, 2020.
- SCHMIDT, J. F. *et al.* Cardiovascular function is better in veteran football players than age-matched untrained elderly healthy men. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, [s. l.], v. 25, n. 1, p. 61–69, 2015.
- SOSNER, P. *et al.* The ambulatory hypotensive effect of aerobic training: a reappraisal through a meta-analysis of selected moderators. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, [s. l.], v. 27, n. 3, p. 327–341, 2017.
- TRAJKOVIC, N. *et al.* Effects of Small-Sided Recreational Volleyball on Health Markers and Physical Fitness in Middle-Aged Men. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, [s. l.], v. 17, n. 9, p. 3021, 2020.
- UNGER, T. *et al.* 2020 International Society of Hypertension Global Hypertension Practice Guidelines. **Hypertension**, [s. l.], v. 75, n. 6, p. 1334–1357, 2020.
- VADUGANATHAN, M. *et al.* The Global Burden of Cardiovascular Diseases and Risk. **Journal of the American College of Cardiology**, [s. l.], v. 80, n. 25, p. 2361–2371, 2022.
- WEGMANN, M. *et al.* Postexercise Hypotension as a Predictor for Long-Term Training-Induced Blood Pressure Reduction: A Large-Scale Randomized Controlled Trial. **Clinical Journal of Sport Medicine: Official Journal of the Canadian Academy of Sport Medicine**, [s. l.], v. 28, n. 6, p. 509–515, 2018.
- WHELTON, S. P. *et al.* Association of Normal Systolic Blood Pressure Level With Cardiovascular Disease in the Absence of Risk Factors. **JAMA Cardiology**, [s. l.], v. 5, n. 9, p. 1011–1018, 2020.
- WHELTON                      PAUL                      K.                      *et al.*                      2017  
ACC/AHA/AAPA/ABC/ACPM/AGS/APhA/ASH/ASPC/NMA/PCNA Guideline for the Prevention, Detection, Evaluation, and Management of High Blood Pressure in Adults: Executive Summary: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical Practice Guidelines. **Hypertension**, [s. l.], v. 71, n. 6, p. 1269–1324, 2018.
- YANG, Q. *et al.* Trends in cardiovascular health metrics and associations with all-cause and CVD mortality among US adults. **JAMA**, [s. l.], v. 307, n. 12, p. 1273–1283, 2012.
- ZHOU, B. *et al.* Worldwide trends in hypertension prevalence and progress in treatment and control from 1990 to 2019: a pooled analysis of 1201 population-representative studies with 104 million participants. **The Lancet**, [s. l.], v. 398, n. 10304, p. 957–980, 2021.



## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A hipertensão arterial sistêmica representa um dos principais desafios de saúde pública em escala global, contribuindo significativamente para milhões de mortes prematuras em homens e mulheres ao redor do mundo. O tratamento não farmacológico desempenha um papel crucial no manejo dessa condição, com ênfase em mudanças no estilo de vida, mas até o momento sem distinção entre os sexos. Nesse sentido, as atividades físicas voltadas para o esporte recreativo, em especial o *beach tennis*, emerge como uma estratégia promissora, embora ainda pouco explorada até o momento.

Os resultados desta tese sugerem que o esporte *beach tennis*, quando realizado de forma recreativa, resulta em benefícios agudos e crônicos cardiovasculares em homens e mulheres com hipertensão arterial, com efeitos mais pronunciados em homens. Esse aspecto é especialmente relevante na abordagem não farmacológica da hipertensão arterial, oferecendo uma alternativa eficaz e acessível para o manejo dessa condição considerando potenciais diferenças nas respostas entre homens e mulheres. Por fim, investimentos adicionais em pesquisa nessa área podem oferecer insights valiosos para o desenvolvimento de intervenções personalizadas e eficazes, promovendo assim uma população mais saudável e engajada fisicamente.

## ANEXOS

### Produção durante o período de doutorado (julho de 2020 – agosto de 2024)

#### Artigos Publicados

1. DE OLIVEIRA CARPES, LEANDRO; DOMINGUES, LUCAS BETTI ; FUCHS, SANDRA COSTA ; FERRARI, RODRIGO . Rate of Responders for Post-Exercise Hypotension after Beach Tennis, Aerobic, Resistance and Combined Exercise Sessions in Adults with Hypertension. *SPORTS*, v. 11, p. 58, 2023.
2. CARPES, LEANDRO; COSTA, ROCHELLE ; SCHAARSCHMIDT, BRUNA ; REICHERT, THAÍS ; FERRARI, RODRIGO . High-intensity interval training reduces blood pressure in older adults: A systematic review and meta-analysis. *EXPERIMENTAL GERONTOLOGY*, v. 158, p. 111657, 2022.
3. DOMINGUES, LUCAS BETTI ; CARPES, LEANDRO DE OLIVEIRA ; FUCHS, SANDRA COSTA ; FERRARI, RODRIGO . Effects of a single beach tennis session on short-term blood pressure variability in individuals with hypertension: a randomized crossover trial. *BLOOD PRESSURE MONITORING*, v. 27, p. 185-191, 2022.
4. CARPES, LEANDRO O.; DOMINGUES, LUCAS B. ; BERTOLETTI, OTÁVIO ; FUCHS, SANDRA C. ; FERRARI, RODRIGO . Inter-individual responses of post-exercise hypotension in older adults with hypertension: An exploratory analysis of different exercise modalities. *FRONTIERS IN PHYSIOLOGY*, v. 13, p. 1, 2022.
5. FERRARI, RODRIGO ; CARPES, LEANDRO ; DOMINGUES, LUCAS ; PINTO, RONEI ; KRUEL, L. F. M. . Maximum number of repetitions at different percentages of maximum strength in older men: a crossover study. *MOTRIZ*, v. 2, p. 1, 2022.
6. FERRARI, RODRIGO ; DE OLIVEIRA CARPES, LEANDRO ; DOMINGUES, LUCAS BETTI ; JACOBSEN, ALEXANDRE ; FRANK, PAULA ; JUNG, NATHALIA ; SANTINI, JOAREZ ; FUCHS, SANDRA C. . Effect of recreational beach tennis on ambulatory blood pressure and physical fitness in hypertensive individuals (BAH study): rationale and study protocol. *BMC PUBLIC HEALTH*, v. 21, p. <https://bmcpubl>, 2021.
7. CARPES, LEANDRO; JACOBSEN, ALEXANDRE ; DOMINGUES, LUCAS ; JUNG, NATHALIA ; FERRARI, RODRIGO . Recreational beach tennis reduces 24-h blood pressure in adults with hypertension: a randomized crossover trial. *EUROPEAN JOURNAL OF APPLIED PHYSIOLOGY*, v. 121, p. 1327-1336, 2021.
8. FERRARI, RODRIGO ; DOMINGUES, LUCAS BETTI ; CARPES, LEANDRO DE OLIVEIRA ; FRANK, PAULA DE AZEVEDO ; SCHNEIDER, VINÍCIUS MALLMANN ; FUCHS, SANDRA C. . Effects of combined training performed two or four times per week on 24-h blood pressure, glycosylated hemoglobin and other health-related outcomes in aging individuals with hypertension: Rationale and study protocol of a randomized clinical trial. *PLOS ONE*, v. 16, p. e0251654, 2021.

9. DE OLIVEIRA CARPES, LEANDRO; DOMINGUES, LUCAS BETTI ; SCHIMITT, RENATO ; FUCHS, SANDRA C. ; ALHALIMI, TAHA ; TANAKA, HIROFUMI ; FERRARI, RODRIGO . Sex Differences in Post-exercise Hypotension, Ambulatory Blood Pressure Variability, and Endothelial Function After a Power Training Session in Older Adults. FRONTIERS IN PHYSIOLOGY, v. 12, p. 657373, 2021.

10. SCHIMITT, RENATO P ; O CARPES, LEANDRO ; DOMINGUES, LUCAS B ; TANAKA, HIROFUMI ; FUCHS, SANDRA C ; FERRARI, RODRIGO . Effects of a single bout of power exercise training on ambulatory blood pressure in older adults with hypertension: A randomized controlled crossover study. COMPLEMENTARY THERAPIES IN MEDICINE, v. 54, p. 102554, 2020.

### **Artigo aceito para publicação**

1. FERRARI, RODRIGO; CARPES, LEANDRO; DOMINGUES, LUCAS; MAYNART, RENATO; JUNG, NATHALIA. Níveis de aptidão física em atletas amadores de *beach tennis*. REVISTA BRASILEIRA DE EDUCAÇÃO FÍSICA E ESPORTE, 2024.

2. FERRARI, RODRIGO; CARPES, LEANDRO; DOMINGUES, LUCAS; LEAL, RODRIGO; TANAKA, HIROFUMI; JUNG NATHALIA; AND THE BAH STUDY GROUP. Recreational beach tennis training reduces ambulatory blood pressure in adults with hypertension: a randomized clinical trial. JOURNAL OF HYPERTENSION, 2024.

### **Capítulos de livro publicado**

1. CARPES, LEANDRO DE OLIVEIRA; GEREMIA, JEAM; FERRARI, RODRIGO. Níveis de aptidão física de jogadores profissionais de futebol que atuam em diferentes posições no jogo. EDUCAÇÃO FÍSICA E CIÊNCIAS DO ESPORTE UMA ABORDAGEM INTERDISCIPLINAR. 2ed.: , 2021, v. , p. 354-366.