

Condição Cardiorrespiratória e Regulação Autonómica Cardíaca: Estudo da Importância da Composição Corporal

Dissertação/Projeto apresentado para a obtenção do grau de Mestre
em Atividade Física em Populações Especiais

Diana Carvalho Filipe

**Orientador:
Professor Doutor Nuno Pimenta**

2016

ÍNDICE

Índice de abreviaturas	5
Capítulo 1 - INTRODUÇÃO	9
1.1 - Âmbito.....	9
1.2 - Apresentação do Problema.....	9
1.3 - Objectivo do trabalho	11
1.4 - Organização do Documento.....	12
1.4.1 - Capítulo 1 – Introdução	12
1.4.2 - Capítulo 2 – Revisão de literatura	12
1.4.3 - Capítulo 3 – Metodologia	13
1.4.4 - Capítulo 4 – Estudo 1.....	13
“Associação entre indicadores clínicos de composição corporal e a condição cardiorespiratória em adultos jovens masculinos não-atletas”	13
1.4.5 - Capítulo 5 – Estudo 2	13
“Associação entre indicadores clínicos de composição corporal e o controlo autonómico cardíaco em adultos jovens masculinos não atletas : influencia da condição cardiorrespiratória”	13
1.4.6 - Capítulo 6 – Conclusões Gerais	13
1.4.7 - Capítulo 7 – Bibliografia	14
Capítulo 2 – REVISÃO DA LITERATURA.....	14
2.1 Composição Corporal	14
2.1.1 Medidas Antropométricas.....	18
2.1.2 Índice de massa corporal (IMC).....	19
2.1.3 Perímetros	20
2.1.4 Pregas de gordura subcutânea.....	21
2.1.5 Índices Corporais	21
2.2. Sistema Cardiovascular	24
2.2.1 Funcionamento Cardíaco.....	24
2.2.2 Ciclo Cardíaco	25
2.2.3 Adaptações cardiovasculares	26
2.2.4 Efeitos agudos do exercício	27
2.2.6 Condição cardiorrespiratória	28
2.4 Sistema Nervoso.....	30
2.4.1 Sistema Nervoso Autónomo	31
Capítulo 3 – METODOLOGIA	35
3.1 - Caracterização da amostra	35
3.2 - Desenho do estudo.....	36
3.3 - Composição Corporal.....	37
3.3.1 – Peso e altura	37
3.3.2 – Perímetros corporais.....	39
3.3.3 – Pregas de Gordura Subcutânea	44

3.4 - Avaliação da condição cardiorrespiratória.....	51
3.5 - Controlo Autónomo Cardíaco	51
Capitulo 4 - ESTUDO 1.....	53
Resumo.....	54
4.1 - Introdução	58
4.2 - Metodologia.....	59
4.3 - Resultados.....	61
4.4 Discussão.....	63
Capitulo 5 - ESTUDO 2.....	66
Resumo.....	67
Abstract.....	69
5.1 - Introdução	71
5.2 - Metodologia.....	73
5.3 - Resultados	74
5.4 - Discussão	79
Capitulo 6 - CONCLUSÕES	82

Índice de Tabelas

Tabela 3. 1_ Descrição do protocolo de medição do peso corporal.....	38
Tabela 3. 2_ Descrição do protocolo de medição da estatura	38
Tabela 3. 3 Descrição do protocolo de medição do perímetro do braço.....	39
Tabela 3. 4 Descrição do protocolo de medição do perímetro da cintura.....	41
Tabela 3. 5- Descrição do protocolo de medição do perímetro da anca.....	42
Tabela 3. 6 Descrição do protocolo de medição do perímetro da perna.....	43
Tabela 3. 7 Descrição do protocolo de medição da PGS bicipital	45
Tabela 3. 8 Descrição do protocolo de medição da PGS tricípital.	46
Tabela 3. 9 Descrição do protocolo de medição da PGS subescapular.....	46
Tabela 3. 10 Descrição do protocolo de medição da PGS suprailíaca.....	47
Tabela 3. 11 Descrição do protocolo de medição da PGS abdominal.	48
Tabela 3. 12 Descrição do protocolo de medição da PGS crural.....	49
Tabela 3. 13 Descrição do protocolo de medição da PGS geminal.....	50

Índice de figuras

Figura 2.1. Modelo da composição corporal sugerido por Wang e colaboradores, apresentando 5 níveis da composição corporal (Wang et al., 1992).	15
Figura 1: Esquema simplificado da organização do Sistema Nervoso Humano. Adaptado de Widmaier et al., (2011).....	31

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

BC – Body Composition

CAC – Controlo Autonómico Cardíaco

CC – Composição corporal

DAC – Doença arterial coronária

DXA - Raio X dupla energia

FC – Frequência cardíaca

FC1 – Frequência Cardíaca no final do primeiro minuto

FC2 – Frequência Cardíaca no final do segundo minuto

FCmax – Frequência Cardíaca Máxima

FCR – Frequência Cardíaca de Recuperação

FCR 1 – Frequência Cardíaca de Recuperação no final do primeiro minuto

FCR 2 – Frequência Cardíaca de Recuperação no final do Segundo minuto

IAC – Índice de Adiposidade Corporal

IC – Índice de Conicidade

IMC – Índice de Massa Corporal

PGS – Pregas de Gordura Subcutâneas

PA – Perímetro da Anca

PC – Perímetro da Cintura

RCA – Rácio cintura-anca

RCAlt – Rácio cintura-altura

SNA – Sistema Nervoso Autônomo

SNC – Sistema Nervoso Central

SNP – Sistema Nervoso Periférico

VFC – Variabilidade da Frequência Cardíaca

VO2max – Volume de oxigênio máximo

Resumo

A presente tese inclui dois estudos cujo o foco principal surge na importância de marcadores clínicos de composição corporal na medida em que esta está relacionada com o controlo autonómico cardíaco em adultos jovens não atletas. O primeiro estudo, teve como objetivo investigar se e em que medida indicadores clínicos de composição corporal estão associados à condição cardiorrespiratória, na qual a composição corporal foi medida através de pregas de gordura subcutânea e perímetros e a condição cardiorrespiratória foi obtida através de um esforço máximo.

O segundo estudo, visa investigar se e em que forma indicadores clínicos de composição corporal estão associados com o controlo autonómico cardíaco, onde a composição corporal foi obtida através dos mesmos métodos que o estudo um e o funcionamento do controlo autonómico cardíaco foi obtido através da frequência cardíaca de recuperação.

Os resultados obtidos em ambos os estudos levam-nos a crer que um perímetro aumentado da anca e uma massa corporal elevada são preditores de uma condição cardiorrespiratória mais reduzida, um outro aspeto a ter em conta são a obtenção de coeficientes superiores a 0,5 o que é considerado um forte indicador de correlação entre composição corporal e controlo autonómico cardíaco.

Abstract

Abstract

The present thesis includes two studies focusing on the relevance and usefulness of body composition clinical markers in young active non-athlete males. Some body composition markers were already shown to be somewhat related with cardiac autonomic control in young non-athletes. The first of two studies aimed at finding if and to what extent specific body composition clinical markers, including skinfold thickness, body circumferences and body indexes, were associated with the cardiorespiratory fitness of the studied sample of young active non-athlete males, as

assessed by maximal grades exercise test. The second of two studies aimed at finding if and to what extent the same body composition clinical markers were associated with the cardiac autonomic control of these young active non-athletes, as assessed by heart rate recovery after maximal effort.

The results found in the present thesis highlight the importance of body weight and hip circumference for cardiorespiratory fitness. Higher weight and hip circumference was associated with lower cardiorespiratory fitness. We further discuss the biological or biomechanical rational for this result. Additionally we found that cardiac autonomic control was associated with studied body composition clinical markers, particularly with specific body indexes, showing coefficients of correlation higher than 0.5 corresponding to a large effect size.

CAPITULO 1 - INTRODUÇÃO

1.1 - ÂMBITO

O presente documento intitulado de “Regulação Autonómica Cardíaca e Condição Cardiorrespiratória: Estudo da Importância da Composição Corporal” está inserido no Mestrado em Atividade física em Populações Especiais da Escola Superior de Desporto de Rio Maior do Instituto Politécnico de Santarém, tendo como objetivo a obtenção do grau de Mestre.

1.2 - APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA

Ao longo de anos uma quantidade considerável de ferramentas e marcadores tem sido defendidos para avaliação da composição corporal e os riscos de saúde associados como alternativa ou complemento ao IMC. Um desses indicadores é o perímetro da cintura (Magalhães, 2014; Mason et al., 2008; Ross et al., 2008). Outros indicadores clínicos promissores tem surgido que poderão constituir ferramentas importantes no terreno (Ashwell et al., 2012; Bergman et al., 2011).

A composição corporal é uma preocupação crescente entre a população. Cerca de 50% das mulheres e 30% dos homens estão ou estiveram a tentar perder peso, na Europa e nos Estados Unidos (Kruger et al., 2004; Lahti-Koski et al., 2005). As razões para esta procura em perder peso são variadas e incluem a preocupação com a aparência (35%) e com a saúde (50 %) (O’Brien et al., 2007). Sabemos que a composição corporal vai muito além do peso, apesar de este ser um indicador determinante, utilizado para o cálculo do IMC para diagnóstico do excesso de peso e obesidade (World Health Organization, 2011). A obesidade, avaliada através do IMC está fortemente associada ao risco aumentado de doenças e mortalidade (Do Lee, Blair, & Jackson, 1999; Kenchaiah et al., 2002; McGill, 2002). Contudo, parecem estar a emergir outros indicadores de composição corporal aparentemente mais precisos

relativamente ao risco metabólico, quando comparados com o IMC (Ashwell et al., 2012). As limitações do IMC já são bem conhecidas, uma vez que este indicador não avalia a quantidade de gordura corporal, apesar de apresentar uma associação com a adiposidade generalizada (Keys, Fidanza, Karvonen, Kimura, & Taylor, 2014). O mesmo acontece quando é feito o diagnóstico da obesidade através do IMC, que por vezes também pode ser um pouco ilusório (Tchernof & Despres, 2013). Na procura de alternativas para estas incertezas, que nos deparamos diariamente, têm surgido vários indicadores e índices corporais que parecem ser uma boa aposta na atualidade, como alternativa ou complemento ao IMC (Ashwell et al., 2012; Bergman et al., 2011; Poirier, 2007; Ross et al., 2008; Tchernof & Despres, 2013). Os indicadores clínicos de composição corporal são uma importante ferramenta para os profissionais no terreno mas a sua utilidade deve ser estudada e reforçada para que se consiga retirar destas avaliações a maior e mais precisa informação possível mas também para que se perceba o limite da utilidade destes indicadores e não se queira retirar informação que não pode ser estimada ou inferida pelos mesmos.

A condição cardiorrespiratória é também um forte indicador de saúde (preditor de mortalidade) aparentemente superior ao excesso de peso e obesidade (avaliado pelo IMC) (Barry et al., 2014). A composição corporal (avaliada através de métodos de terreno e DXA) parece estar associada ao desempenho cardiorrespiratório em atletas (Mooses et al., 2013). No entanto, de acordo com o nosso conhecimento, a relação entre indicadores de composição corporal e performance cardiorrespiratória não está bem estabelecida em adultos jovens não-atletas.

O controlo autonómico cardíaco também é um importante preditor de mortalidade, mais especificamente a lenta recuperação da frequência cardíaca (FCR) após um esforço máximo, que é um indicador da reativação do sistema nervoso parassimpático (Davrath et al., 2006; Imai et al., 1999) parece estar independentemente relacionada com um risco mais elevado de mortalidade (Arena, Guazzi, Myers, & Peberdy, 2006; Cheng et al., 2003; Cole, Blackstone, Pashkow, Snader, & Lauer, 1999; Lipinski, Vetrovec, & Froelicher, 2004a) e de outras

consequências cardiovasculares e metabólicas (Mercedes R. Carnethon et al., 2012; Cheng et al., 2003; Lipinski, Vetrovec, & Froelicher, 2004b) independentemente da condição cardiorrespiratória (Vivekananthan et al., 2003). Contudo, isto tem sido estudado sobretudo em populações com condições clínicas (doenças cardiovasculares e metabólicas). A composição corporal, especificamente o conteúdo e distribuição de massa gorda corporal, parece estar relacionado com o controlo autonómico cardíaco (avaliado pela FCR) em sujeitos com distúrbios metabólicos (Magalhães, 2014). Esta associação entre a composição corporal e o controlo autonómico cardíaco também foi observada em sujeitos jovens aparentemente saudáveis de diferentes etnias (Esco, Herron, Carter, & Flatt, 2013; Esco, Williford, & Olson, 2011). Esta relação entre a composição corporal e o controlo autonómico cardíaco suporta a possibilidade de existência de um mecanismo patofisiológico para a etiologia de distúrbios metabólicos diferenciado daquele que consegue ser estimado e controlado pela avaliação e desenvolvimento da condição cardiorrespiratória. Importa perceber se esta relação é consistente em adultos jovens e independente da sua condição cardiorrespiratória. Acresce a importância/necessidade de perceber em que medida os novos indicadores clínicos de composição corporal poderão acrescentar mais informação .

1.3 - OBJECTIVO DO TRABALHO

O principal objectivo do presente trabalho foi contribuir para o conhecimento sobre a importância e utilidade da utilização de indicadores clínicos de composição corporal em adultos jovens. À luz deste propósito definimos os seguintes objectivos específicos:

- Perceber se e em que medida a composição corporal esta relacionada com a condição cardiorrespiratória em adultos jovens caucasianos do sexo masculino, não atletas.

-
- Perceber se e em que medida a composição corporal esta relacionada com o controlo autonómico cardíaco em adultos jovens caucasianos do sexo masculino, não atletas.
 - Perceber se a eventual relação da composição corporal com o controlo autonómico cardíaco é independente da condição cardiorrespiratória em adultos jovens caucasianos do sexo masculino, não atletas.

1.4 - ORGANIZAÇÃO DO DOCUMENTO

O presente documento está organizado sob a forma de capítulos com o objectivo de haver uma apresentação sucinta dos conteúdos abordados ao logo dos vários capítulos abaixo descritos :

1.4.1 - CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO

A introdução apresenta um enquadramento teórico sobre os temas a estudar. Mostra a pesquisa bem como a justificação da escolha dos temas e sua utilidade na atualidade.

1.4.2 - CAPÍTULO 2 – REVISÃO DE LITERATURA

Neste capítulo, a revisão de literatura tem como objectivo mostrar a pertinência dos temas estudados e mostrar a sua plausibilidade biológica dos propósitos da pesquisa. Esta secção está dividida em três partes. A primeira foca-se na composição corporal , fala sobre a avaliação, sua distribuição e suas implicações para a saúde. O segundo, a importância da condição cardiorrespiratória, aqui faz-se um resumo do funcionamento cardíaco, formas de avaliar e sua importância. Por ultimo o controlo autonómico cardíaco, faz-se referencia a uma breve descrição do sistema nervoso, a estrutura e função e ainda de que forma todos os temas anteriormente mencionados estão interligados e sua implicação para a saúde.

1.4.3 - CAPÍTULO 3 – METODOLOGIA

Este capítulo, contém a descrição detalhada da amostra estudada, os métodos utilizados para a avaliação dos sujeitos. Permite que haja um capítulo único com todos os métodos utilizados em ambos os estudos, garantindo assim a informação necessária para a recolha de dados e evitar a repetição da mesma em ambos os estudos. Está dividido em três secções, a primeira possui a caracterização da amostra, a segunda o desenho de estudo utilizado e em terceiro a descrição detalhada da metodologia.

1.4.4 - CAPÍTULO 4 – ESTUDO 1

“ASSOCIAÇÃO ENTRE INDICADORES CLÍNICOS DE COMPOSIÇÃO CORPORAL E A CONDIÇÃO CARDIORESPIRATÓRIA EM ADULTOS JOVENS MASCULINOS NÃO-ATLETAS”

“ Association Between Body Composition Clinical and cardiorespiratory performance in young non-athlete male”

1.4.5 - CAPÍTULO 5 – ESTUDO 2

“ASSOCIAÇÃO ENTRE INDICADORES CLÍNICOS DE COMPOSIÇÃO CORPORAL E O CONTROLO AUTONÓMICO CARDÍACO EM ADULTOS JOVENS MASCULINOS NÃO ATLETAS : INFLUENCIA DA CONDIÇÃO CARDIORRESPIRATÓRIA”

“ Independent Relations of Cardiorespiratory Fitness and Cardiac Autonomic Control”

1.4.6 - CAPÍTULO 6 – CONCLUSÕES GERAIS

Este capítulo apresenta as conclusões gerais de ambos os estudos e de que forma os conteúdos abordados ao longo da presente tese estão interligados com um único objectivo. No final, faz-se referência às limitações do estudo, e algumas recomendações para investigações futuras.

1.4.7 - CAPÍTULO 7 – BIBLIOGRAFIA

Este capítulo apresenta as referências bibliográficas utilizadas em todo o documento formatadas seguindo as normas da *American Psychological Association – 6th edition*. A escolha da colocação das referências bibliográficas no final do documento visa facilitar a sua consulta.

CAPITULO 2 – REVISÃO DA LITERATURA

O presente capítulo aborda os diversos temas estudados, os objectivos e os instrumentos utilizados para a recolha de dados. Está dividido em três partes, composição corporal, o qual inclui a distribuição de gordura, as respectivas formas de avaliação e implicações para a saúde. A condição cardiorrespiratória, a qual aborda o funcionamento cardíaco, sua descrição, formas de avaliação e sua importância para a saúde e por ultimo o controlo autonómico cardíaco, sua descrição, função e regulação cardíaca, formas de avaliação e as suas interações no metabolismo e na saúde.

2.1 COMPOSIÇÃO CORPORAL

O estudo da composição corporal está muito ligado ao estudo da obesidade, e por vezes é até confundido com este. A composição corporal é uma componente física e morfológica com implicações para a saúde (ACSM, 2013) Neste capítulo será apresentada uma visão geral da composição corporal, sua distribuição, importância e suas implicações para a saúde.

A composição corporal é um ramo das ciências biológicas que geralmente está associado ao estudo da obesidade, apesar de ir muito além do estudo da massa gorda (Magalhães, 2014). A composição corporal é uma componente da condição física relacionada com a saúde e tem provado ter implicações na saúde física e morfológica. São vários os estudos realizados sobre a composição corporal para

encontrar qual a melhor forma de prevenir doenças metabólicas e de melhorar a performance desportiva nas várias modalidades desportivas desde o futebol, basquetebol e corrida. (Campeiz, de Oliveira, & Maia, 2007; Diaz, Brunken, Blackstone, Snader, & Lauer, 2001; Knechtle et al., 2012; Mooses et al., 2013; Neto & de Castro César, 2006; Vaquera, Santos, Villa, Morante, & García-Tormo, 2015). O estudo da composição corporal já tem mais de 100 anos e continua ser uma área da ciência dinâmica e surpreendente. Segundo (Wang, Pierson, & Heymsfield, 1992) e seus colegas desenvolveram um modelo segundo o qual a composição corporal pode ser entendida em cinco níveis (Figura 2.1). Neste mesmo modelo, presume-se que cada componente de cada nível é mutuamente exclusivo e a soma de todos os componentes no mesmo nível equivale a massa de corpo inteiro (Wang et al., 1992).

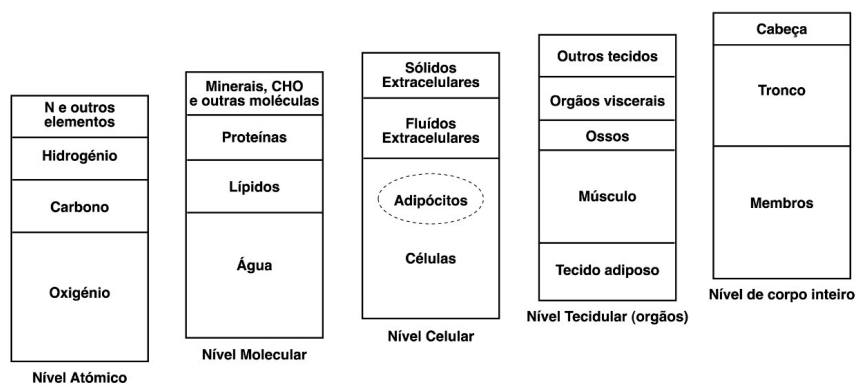


FIGURA 2.1. MODELO DA COMPOSIÇÃO CORPORAL SUGERIDO POR WANG E COLABORADORES, APRESENTANDO 5 NÍVEIS DA COMPOSIÇÃO CORPORAL (WANG ET AL., 1992).

O nível atômico inclui o oxigénio, o carbono e o nitrogénio que representam cerca de 96% da massa corporal. Os átomos anteriormente mencionados são constituídos por

moléculas de lípidos, incluindo a água, hidratos de carbono, proteínas, lípidos minerais e sais minerais ósseos dos tecidos moles, constituindo assim o segundo nível, o nível molecular. Provavelmente este é um dos níveis mais estudado na análise da composição corporal (Magalhães, 2014; Wang et al., 1992). Ao nível molecular, é possível utilizar modelos de componentes múltiplos tais como: o amplamente utilizado modelo de dois compartimentos (massa gorda + massa livre de gordura), o que pode ser avaliado pela maior parte dos métodos disponíveis, ou o modelo de três compartimentos (por exemplo, conteúdo de massa gorda + mineral óssea + tecido mole magro), como pode ser avaliada através de densitometria por raio-X de dupla energia (DXA), ou o modelo de referência de quatro modelos de compartimento (ex. massa gorda + água corporal total + proteína corporal total + minerais) que precisa ser avaliada com uma combinação de métodos (Magalhães, 2014; Wang et al., 1992). O nível celular é constituído por três compartimentos, a massa celular, os fluídos extracelulares e os sólidos extracelulares. A nível tecidual, a diferenciação de células em tecidos e órgãos, incluem o tecido adiposo, o músculo-esquelético, órgãos viscerais e o osso. A este nível, é importante fazer a distinção entre o tecido adiposo e a massa gorda, a última avaliada ao nível molecular. Os lípidos incluem todas essas moléculas no corpo, incluindo lípidos não-gordos (lípidos que não estão na forma de triglicéridos), tanto nos tecidos adiposo e outros tecidos, lípidos armazenados no tecido adiposo, na forma de triglicéridos e lípidos na forma de triglicéridos armazenados em outros tecidos (Magalhães, 2014; Wang et al., 1992). A palavra “gordura” pode ser utilizada intermutavelmente com massa gorda e refere-se aos triglicéridos, que são a forma molecular, em que os lípidos são armazenados no corpo. A massa gorda pode ser armazenada no tecido adiposo e em outros tecidos. O tecido adiposo compreende a massa gorda e não gorda, que são lípidos tais como fosfolípidos, mas inclui também outros componentes essenciais para a sobrevivência e função de células do tecido adiposo. Cerca de 80% do tecido adiposo é gordura e o restante 20% são água, proteínas e sais minerais (Magalhães, 2014; Wang et al., 1992). Por último, o quinto nível, a nível de corpo inteiro, pode ser avaliado através de medidas simples de peso ou altura, e também pode ser

dividido em regiões, tais como a cabeça, os membros e o tronco, que podem ser avaliados com várias técnicas antropométricas, como circunferências, pregas de gordura subcutânea e comprimentos (Magalhães, 2014; Wang et al., 1992). Este nível de análise, e as medidas antropométricas em particular, têm a vantagem de serem mais facilmente acessíveis na prática clínica

A obesidade é um importante problema de saúde, estando ligada a muitas outras doenças do foro metabólico bem como taxas elevadas de morbilidade e mortalidade cardiovascular, (Barry et al., 2014; Berrington de Gonzalez et al., 2010; Blair et al., 1989; Magalhães, 2014), no entanto, as consequências da obesidade parecem estar mais relacionadas com alterações no metabolismo da gordura em excesso e adipócitos hipertrofiados juntamente com outras alterações metabólicas e não apenas com o excesso de peso corporal só por si, tal como avaliado pelo Índice de Massa corporal (IMC) (Magalhães, 2014).

Estudos apontam para que a percentagem de massa gorda seja um fator adverso para um melhor desempenho numa determinada modalidade desportiva, nomeadamente no basquetebol e no badminton (Neto & de Castro César, 2006; Nóbrega et al., 1999). Uma percentagem excessiva de massa gorda também tem sido vista como um factor limitante de performance em atletas corredores (Mooses et al., 2013). Atletas que realizam desportos que requerem saltar e correr, como por exemplo o basquetebol, uma baixa percentagem de massa gorda é necessária para se otimizar a performance, além de uma grande quantidade de massa muscular para um aumento de força e potência, no entanto, a percentagem de massa gorda não deve ser inferior a 5% nos homens e 12% nas mulheres (Neto & de Castro César, 2006). Utilizando métodos antropométricos, particularmente pregas de gordura subcutânea, foi possível perceber que, aparentemente, uma baixa percentagem de massa gorda em maratonistas parece estar associado a um melhor tempo de prova, comparativamente com uma percentagem de massa gorda mais elevada (Knechtle et al., 2012). No futebol, esforços físicos intermitentes e de alta intensidade são característicos desta modalidade. Estudos apontam para a importância de alguns

aspectos fisiológicos na prática de futebol, entre os quais a composição corporal (Campeiz et al., 2007; Hart et al., 2016; Osiecki et al., 2008). Já para corredores, a distribuição de gordura nos membros inferiores é importante para o desempenho de corrida de longa distância. Menor quantidade de gordura nos membros inferiores realiza menor trabalho para mover os seus segmentos durante a corrida (Mooses et al., 2013). Outro aspecto relevante é a relação da distribuição de gordura com a condição cardiorrespiratória, apesar de VO₂ semelhantes, uma percentagem de gordura diferente parece interferir na corrida de longa distância (Mooses et al., 2013).

2.1.1 MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS

O tecido adiposo consiste em adipócitos, que são na verdade um conjunto de células do tecido adiposo que armazenam grandes quantidades de gordura sob a forma de triglicéridos presente no tecido conjuntivo e tecido neural (Guyton & Hall, 2006). A maioria do tecido adiposo, cerca de 85% da massa total de tecido adiposo, está localizado sob a pele (gordura subcutânea) e uma quantidade menor (15%) é localizado no interior da cavidade abdominal (gordura intra-abdominal) geralmente mais acentuada em pessoas obesas. A gordura intra-abdominal ou também denominada de gordura visceral e a gordura corporal total depende da idade, sexo, raça e atividade física (Klein et al., 2007). A ressonância magnética e a tomografia axial computadorizada são considerados os métodos de referência para determinar a quantidade de tecido adiposo subcutâneo e tecido adiposo intra-abdominal. A relação entre circunferência da cintura, peso e índice de massa corporal (IMC) pode ser analisada usando relações geométricas simples que consideram o corpo como um cilindro, em que a altura é o seu comprimento, e o peso é sua massa. O perímetro da cintura parece ser particularmente importante para determinar o maior risco de doenças cardiovasculares ou metabólicas (Janssen et al., 2002; Klein et al., 2007; Lear et al., 2009; Nishida et al., 2010; Taylor et al., 2000). No entanto, há uma abordagem padronizada e diferentes pontos anatômicos tem sido usados para medir circunferência da cintura em diferentes estudos. Além disso, o local de

medição, que fornece melhor correlação com o risco de doença e melhor reflete mudanças na massa de tecido adiposo abdominal não te sido estabelecido. No entanto, a precisão de medida da composição corporal é alta num determinado ponto de referência (Klein et al., 2007).

Apesar da introdução de novas técnicas de medição como Raio X de dupla energia, análise da impedância bioelétrica, estudos sugerem que a antropometria de superfície oferece um método de campo válido para avaliar a composição corporal em atletas e em não atletas (Arrese et al., 2005; Di Lorenzo et al., 2006).

2.1.2 ÍNDICE DE MASSA CORPORAL (IMC)

O índice de massa corporal (IMC), é um padrão de medida internacional adaptado pela Organização mundial de saúde (OMS) para o diagnóstico da obesidade. O IMC é calculado com o peso, em quilogramas, dividido pela altura ao quadrado, em metros ($IMC = \text{peso [kg]} / \text{estatura [m]}^2$), sendo um marcador fácil de medir, com alto nível de precisão e fortemente associado com a gordura global do organismo (Magalhães, 2014; World Health Organization, 1995). É um marcador clínico de composição corporal fácil de medir, preciso e fortemente associado à massa gorda total (Keys et al., 2014). O IMC mostrou também estar relacionado com o tecido adiposo total, bem como subcutâneo, além de estar relacionado com circunferências corporais e relação cintura-anca (Heymsfield et al., 2008).

O IMC é uma medida fácil, não invasiva e barata, está associado à composição corporal particularmente à gordura, mas também com a mortalidade e morbidade (Berrington de Gonzalez et al., 2010). Tem sido amplamente utilizado e aprovado por instituições para diagnóstico de excesso de peso e obesidade, no entanto, o IMC avalia a composição corporal num todo (o corpo inteiro), mas analisando o modelo de Wang, composto por 5 níveis, o IMC não avalia qualquer componente específica de composição corporal, apesar de haver uma grande associação à gordura generalizada (Keys et al., 2014). Portanto avaliar a obesidade através do IMC pode ser um passo em falso uma vez que possui inúmeras limitações

e como tal é sempre motivo de discussão, sendo relevante o uso de outros marcadores de terreno (Després, 2011). Apesar do IMC ser uma forma aceita de medição de composição corporal, é apenas uma medida bruta da adiposidade total (Després, 2011; Smalley, Knerr et al., 1990). Um indivíduo com níveis altos de massa muscular e densidade mineral óssea pode ser classificado como tendo excesso de peso ou obesidade mesmo não tendo massa gorda em excesso ou distúrbios metabólicos relacionados, além disso, o IMC também não tem em conta a heterogeneidade da deposição regional de gordura (Després, 2011).

2.1.3 PERÍMETROS

Os perímetros corporais parecem ser uma estratégia muito promissora e pode constituir-se como método adicional ou alternativo ao IMC, considerando que a sua medição parece menos dependente da destreza do observador e têm menores variações entre observadores em comparação com a medição de pregas de gordura subcutâneas (ACSM, 2013a; Klein et al., 2007; Nishida et al., 2010; Ross et al., 2008).

O perímetro da cintura, é considerado um fator de risco (Kim et al., 2004) e está relacionado com doença cardiovascular, diabetes e mortalidade cardiovascular. Coutinho e colaboradores (2011) verificam que a adiposidade central é mais importante que o IMC, mostrando que a obesidade central está diretamente associada a maior mortalidade em doentes com doença coronária. Os valores de corte de circunferência da cintura para avaliar sobrepeso e obesidade bem como o aumento de risco cardiovascular foram definidos para diferentes grupos étnicos (Lear et al., 2009). Porém os pontos de corte mais utilizados são os propostos por Han e colaboradores (1995) em que avaliam sobrepeso como sendo 94 cm e 80 cm para homens e mulheres respectivamente, e para obesidade 102 cm e 88 cm. O perímetro da cintura foi considerado método adequado de avaliação da composição corporal, particularmente quando se pretende avaliar a gordura corporal central e na distribuição de gordura na população em geral (Janssen et al., 2002; Klein et al., 2007).

Os protocolos sugeridos para a avaliação do perímetro da cintura diferem principalmente nos pontos de referência anatômicos e locais de medição. Os locais de medição da circunferência da cintura mais frequentemente encontrados na literatura eram: o ponto médio entre a última costela e a crista ilíaca, tal como sugerido pela WHO; ao nível da zona mais estreita do abdômen, também designada de “cintura natural”; e ao nível do umbigo. Um quarto local para a medição é logo acima da crista ilíaca (Ross et al., 2008).

2.1.4 PREGAS DE GORDURA SUBCUTÂNEA

São vários os estudos realizados para encontrar métodos simples, precisos e baratos para a determinação da gordura corporal. Brozek & Keys em 1951 foram os primeiros a usar a relação entre a espessura das pregas de gordura subcutânea (PGS) e a densidade corporal para avaliar a quantidade de gordura corporal, no entanto ao longo dos anos têm surgido vários estudos na tentativa de melhorar as equações preditivas de forma a calcular a quantidade de gordura a partir de PGS, por vezes integradas com outras medidas antropométricas (Peterson et al., 2003). O protocolo de medição das PGS também não é absolutamente consensual e têm surgido várias propostas de standardização. Um dos manuais de referência na standardização das medidas antropométricas foi publicado em 1988 e foi um resultados do trabalho de Lohman e colaboradores (1988).

2.1.5 ÍNDICES CORPORAIS

A gordura central em excesso e, em particular, um padrão de acumulação central de gordura corporal pode ter implicações adversas para a saúde tanto em crianças como em adultos (Coutinho et al., 2011; Kissebah & Krakower, 1994) . A adiposidade acompanha o indivíduo desde a sua infância até à idade adulta. Em adultos, a distribuição de gordura mais central está associada a um risco aumentado de doença cardiovascular ou metabólica (Ashwell et al., 2012; Coutinho et al., 2011; Janssen et al., 2002).

Diferentes índices antropométricos têm sido utilizados para a avaliação do risco de desenvolvimento de doenças como o IMC, perímetro abdominal, relação cintura-anca, entre outros .

Um índice que tem sido proposto na literatura e que foi utilizado no presente trabalho, é a razão cintura – anca (RCA) calculado através do perímetro da cintura dividido pelo perímetro da coxa ($RCA = PC/ PA$) em centímetros. O RCA tem sido sugerido como principal indicador de distribuição de gordura e tem sido usado para prever o risco relacionado à distribuição de gordura (Nishida et al., 2010). O RCA tem sido consistentemente associado a distúrbios metabólicos incluindo diabetes tipo 2, hipertensão e dislipidemia em diversas populações (Ta et al. 2010) e com as consequências desses distúrbios metabólicos, particularmente cardiovasculares (Gruson et al., 2010). O aumento do RCA também tem sido associado a uma maior mortalidade, particularmente resultado de eventos cardiovasculares (Coutinho et al., 2011). Foram definidos os valores de corte de 0,95 (homens) e 0,80 (mulheres) para identificar uma RCA elevada e por isso mais associada a risco acrescido para a saúde (Chan et al., 2003; Magalhães, 2014). Embora o RCA inicialmente tenha sido sugerido para ser calculado usando o perímetro da cintura medido ao nível da cintura mínima, a circunferência da cintura medida na distância média entre a costela mais baixa e a crista ilíaca tem sido o protocolo mais utilizado (Lear et al., 2009). Contudo a associação entre o RCA e a quantidade de distribuição de gordura corporal não parece ser influenciada pelo protocolo utilizado na medição do perímetro da cintura (Magalhães, 2014).

O rácio cintura – altura RCAIt, é outro dos índices também utilizados, calculado com a circunferência da cintura dividido pela altura em cm . ($RCAIt = PC/ altura$) . o RCAIt é um índice de obesidade abdominal sugerido inicialmente por Hsieh e Yoshinga em meados dos anos 90 (Hsieh & Yoshinaga, 1995). Até então RCAIt sugerido era para ser um melhor preditor de outros do que o índice de obesidade e distribuição de gordura em mulheres (Hsieh & Yoshinaga, 1995). Múltiplos factores de risco de doença arterial coronária um valor de corte de 0,5

para diagnóstico de elevado RCAIt sugerido em ambos os indivíduos masculinos e femininos de diferentes grupos étnicos (Bergman et al., 2011a; Browning et al., 2010).

Segundo um estudo particularmente recente, de 2015, o índice de conicidade apresenta uma maior exatidão para riscos cardiovasculares (Motamed et al., 2015), este é outro índice, um índice mais recente não menos importante que os anteriores, sendo um Índice baseado em possíveis inadequações e falta de sensibilidade dos índices já existentes para medição da obesidade central. Rodolfo Valdez, em 1991, desenvolveu um modelo-base indicador da obesidade abdominal, por ele denominado índice de conicidade. Este índice reforça a ideia de que algumas pessoas acumulam gordura na região abdominal, com consequente alteração do desenho corporal da forma de um cilindro para um duplo-cone (dois cones com uma base comum), dispostos um sobre o outro, enquanto aquelas com menor quantidade de gordura na região central teriam aparência de um cilindro. Aproximações geométricas similares foram empregadas para estimar áreas corporais (Behnke, Guttentag & Brodsky, 1959), ou para procurar preditores antropométricos de taxas metabólicas (Caitano Fontela et al. 2017). O Índice Conicidade teria por objetivo, ainda, identificar o risco de doenças (Valdez et al.1993).

Valdez (1991), pressupondo um valor médio para a densidade corporal, desenvolveu este índice utilizando métodos de terreno fáceis de medir, tais como o peso, altura e circunferência abdominal, sendo calculado pela seguinte equação ($IC = PC / [0,109 \times \sqrt{\text{peso}/\text{altura}}]$), sendo que, o numerador é a medida da circunferência abdominal em metros. O valor 0,109 é a constante que resulta da raiz da razão entre 4 (originado da dedução do perímetro do círculo de um cilindro) e a densidade média do ser humano de 1050 kg/m³. Assim, o denominador é o cilindro produzido pelo peso e altura de determinado indivíduo. Desta forma, ao ser calculado o Índice Conicidade, tem-se a seguinte interpretação: por exemplo, se a pessoa tem o Índice Conicidade de 1,30, isto significa que a circunferência abdominal, já levando em consideração a sua altura e peso, é 1,30 vezes maior do

que a circunferência que o mesmo teria caso não houvesse gordura abdominal (pessoa de forma cilíndrica) (Caitano Fontela et al., 2017; Motamed et al., 2015; Shidfar, Alborzi, Salehi, & Nojomi, 2012; Valdez, R., Seidell, J. C., Ahn, Y. I., & Weiss, K. M. 1993). Os valores para o Índice de Conicidade são de 1,00 a 1,73, partindo de um cilindro perfeito para um cone duplo perfeito. O Índice Conicidade aumenta de acordo com o acúmulo de gordura na região central do corpo, isto é, quanto mais próximo de 1,73, maior o acúmulo de gordura abdominal, aumentando assim o risco de doenças cardiovasculares (Caitano Fontela et al., 2017).

2.2. SISTEMA CARDIOVASCULAR

O suprimento das necessidades básicas para a sobrevivência e desempenho das funções de uma célula depende do sistema de transporte – o sistema cardiovascular. Este é um dos sistemas mais importantes no corpo humano. Assegura o fornecimento de oxigênio e nutrientes, assim como o transporte de um vasto número de substâncias incluindo hormonas. (Shier, Butler, & Lewis, 2007)

2.2.1 FUNCIONAMENTO CARDÍACO

Muitas vezes mesmo antes do início do exercício propriamente dito, a frequência cardíaca aumenta em resposta à diminuição da atividade do SNP para o nervo vago, afetando o nódulo sinoatrial e ventricular do músculo do coração, o que reduz o efeito tônico supressivo da estimulação cardíaca vagal sobre a frequência cardíaca e contractilidade ventricular (Magalhães, 2014). A frequência cardíaca aumenta em resposta ao exercício através de uma ação combinada do SNS e SNP. Na cessação do exercício esse mesmo aumento da frequência cardíaca diminui rapidamente durante a recuperação do mesmo. Essa recuperação rápida é mediada principalmente pela reativação do SNP e parece ser importante na redução do trabalho cardíaco excessivo após o exercício (Magalhães, 2014).

O SNA está envolvido no controlo autónomo em repouso, em resposta a desafios tais como a regulação térmica. O SNP exerce um efeito inibidor, através do nervo Vago, o que reduz a frequência cardíaca e a contratibilidade ventricular do coração de modo a que não seja exposto a um trabalho excessivo desnecessário em repouso (Magalhães, 2014).

O ciclo cardíaco, pode ser denominado como um período de início de um batimento cardíaco até ao início do batimento seguinte. Cada ciclo é iniciado pela geração espontânea de um potencial de ação no nódulo sinoauricular (SA). (Guyton & Hall, 2006).

Distúrbios específicos no sistema nervoso autónomo foram identificados como fatores de risco para fortes doenças cardíaca, de morbilidade e mortalidade (Gerritsen et al., 2001). Imai e colaboradores (1999), sugeriram que a recuperação da frequência cardíaca precoce (FCR) funciona como marcador de reativação parassimpático, como mais tarde foi confirmada por (Davrath et al., 2006). Vários estudos têm demonstrado falta de controlo cardíaco parassimpático, avaliado através da variabilidade da frequência cardíaca, pode estar fortemente relacionado com um maior risco de mortalidade cardiovascular e outros perigos metabólicos, seja na população geral como em pacientes com riscos cardiovasculares ou doenças (Imai et al., 1999; Magalhães, 2014).

2.2.2 CICLO CARDÍACO

Os episódios cardíacos que ocorrem desde o início de uma batida do coração para o início da próxima são chamados de ciclo cardíaco. Cada ciclo é iniciado por espontânea geração de um potencial de ação no seio nódulo sinusal (Guyton & Hall, 2006) esse nó está localizado na parede lateral superior do átrio direito perto da abertura da veia cava superior, e a ação potenciais trajetórias daqui rapidamente através de ambos os átrios e, em seguida, através do pacote de aurículo-ventriculares para os ventrículos.

O controlo do sistema cardiovascular é realizado pelo sistema nervoso autónomo (SNA), o qual dispõe de nervos aferentes e eferentes ao coração sob a forma de terminações simpáticas por todo o miocárdio e parassimpáticas para o nódulo sinoatrial, o miocárdio atrial e nódulo átrio-ventricular (Aubert, Seps, & Beckers, 2003). O SNA desempenha um papel importante na regulação dos processos fisiológicos do organismo humano tanto em condições normais quanto patológicas (Vanderlei et al, 2009).

Na transição entre o estado de repouso e o exercício, a diminuição (mecanismo inibitório) do tónus parassimpático é responsável pela elevação inicial da frequência cardíaca , enquanto que na recuperação (pós-esforço), há uma participação conjunta do sistema nervoso autónomo (Cole et al., 1999).

2.2.3 ADAPTAÇÕES CARDIOVASCULARES

O exercício físico regular representa um importante fator para reduzir índices de morbidade e mortalidade cardiovascular e de outras causas resultantes da prática de exercício físico (Cole et al., 1999). Entretanto, parece haver benefícios adicionais e independentes da prática regular do exercício físico e da melhora no nível de condição aeróbia (Cole et al., 1999). A frequência cardíaca é mediada primariamente pela atividade direta do sistema nervoso autónomo, através dos ramos simpático e parassimpático sobre a auto-ritmicidade do nódulo sinusal, com predominância da atividade vagal (parassimpática) em repouso e simpática durante o exercício. O comportamento da Frequência cardíaca tem sido amplamente estudado em diferentes tipos e condições associadas ao exercício. Redução do tónus vagal cardíaco e, conseqüentemente, da variabilidade da Frequência Cardíaca em repouso, independentemente do protocolo de mensuração, está relacionada à disfunção autonômica, a doenças crónico-degenerativas e ao risco de mortalidade aumentado (Arena et al., 2006; Cole et al., 1999; Diaz et al., 2001; Vivekananthan et al., 2003a). Indivíduos com boa condição aeróbia tendem a apresentar FC de repouso mais baixa, concomitantemente a maior atividade parassimpática ou menor

atividade simpática, mas não se pode afirmar que esta seja uma consequência direta do treino, pois outras adaptações inerentes ao condicionamento aeróbico podem influenciar o comportamento da FC em repouso (Lipinski et al., 2004b). A resposta da FC no início do exercício permite estudar a integridade da ação vagal cardíaca (Almeida & Araújo, 2003; Myers et al., 2009).

2.2.4 EFEITOS AGUDOS DO EXERCÍCIO

O exercício físico caracteriza-se por uma situação que retira o organismo da sua homeostasia. Os efeitos agudos e crônicos do exercício físico sobre o funcionamento do corpo humano têm sido alvo de inúmeras pesquisas nas últimas décadas, sendo identificados como respostas ao exercício como, por exemplo, a aceleração da FC na adaptação inicial do exercício, e adaptações ao treino, como a FC mais baixa para uma mesma intensidade de esforço submáximo, respetivamente. Pela facilidade de mensuração, o comportamento da FC tem sido bastante estudado durante diferentes tipos e condições associadas ao exercício. A FC é controlada primariamente pela atividade direta do SNA, através de seus ramos simpático e parassimpático sobre a auto-ritmicidade do nódulo sinusal, com predominância da atividade vagal (parassimpática) em repouso, que é progressivamente inibida com o exercício, e simpática quando do posterior incremento da intensidade do esforço (Almeida & Araújo, 2003).

Um esforço físico agudo é considerado um stressor fisiológico com efeitos substanciais sobre a modulação autonómica cardíaca (Hautala et al. 2009). O coração é vulnerável a disfunções e eventos fatais durante e na recuperação de exercício em relação ao resto. A variabilidade da frequência cardíaca (VFC) é uma medida não invasiva do controlo autonómico cardíaco e é especificamente preditivo de arritmias cardíacas e mortalidade súbita (Esco & Williford, 2013). A variabilidade da FC representa a oscilação temporal entre consecutivas contrações do miocárdio (sístoles). Nos primeiros segundos do exercício, a FC aumenta por inibição da atividade vagal, que não só aumenta a contractilidade dos átrios, mas também eleva

a velocidade de condução da onda de despolarização dos ventrículos a partir do nóculo AV, independentemente do nível de intensidade do esforço e do nível de condicionamento aeróbio de indivíduos saudáveis. Por outro lado, um indivíduo que não consiga elevar a sua FC significativamente nessa fase inicial do exercício pode estar sinalizando deficiência da atividade vagal. Após essa fase inicial, com o prosseguimento do exercício, a FC aumenta novamente pelo aumento da estimulação adrenérgica no nóculo sinusal ou pelo aumento da concentração sanguínea de norepinefrina, distensão mecânica do átrio e, por conseguinte, do nóculo sinusal em função de maior retorno venoso, além do aumento da temperatura corporal e da acidez sanguínea (Almeida & Araújo, 2003).

2.2.6 CONDIÇÃO CARDIORRESPIRATÓRIA

A capacidade cardiorrespiratória e a resistência aeróbia são um parâmetro importante para o sucesso de vários desportos sejam eles individuais ou colectivos . Os atletas utilizam regularmente o treino de alta intensidade assim como o treino contínuo para melhorar o seu desempenho aeróbio. Protocolos de treino intervalado visam através da força dos estímulos exercer stress fisiológico enquanto que programas de treino contínuo que dependem essencialmente da duração do esforço. Assim, um estímulo de treino que provoca maiores respostas de VO₂, como percentual de VO₂max alcançado, o tempo gasto no alto percentual de VO₂max, e o VO₂ total consumido, teoricamente, resultar em maiores adaptações aeróbias e melhorias na performance de endurance (Zafeiridis, Sarivasiliou, Dipla, & Vrabas, 2010).

Dados promissores , indicam que a condição cardiorrespiratória parece ter um papel muito mais importante do que a gordura presente no organismo/ corpo quanto ao risco de mortalidade (Barry et al., 2014). A condição cardiorrespiratória quando avaliada em conjunto com o IMC parece estar correlacionada com a maior risco de mortalidade. Portanto, indivíduos aptos que estejam com sobrepeso ou até

mesmo obesos não corram automaticamente maior risco de mortalidade, ou seja, a condição cardiorrespiratória é um bom preditor de mortalidade (Barry et al., 2014).

Para a avaliação da componente cardiorrespiratória tem-se utilizado o teste de esforço máximo, como sendo um dos exames não invasivos para avaliar atletas, pessoas aparentemente saudáveis e pessoas com suspeita de doenças cardiovasculares (Shah, 2013). Este teste determina entre outros dados a frequência cardíaca máxima (F_{cmax}) e o consumo máximo de oxigênio (VO_{2max}), parâmetros estes importantes para a prescrição de exercício aeróbio de forma precisa. Esses parâmetros podem ser identificados avaliando a capacidade cardiorrespiratória em testes de passadeira. Devido a alguns testes serem de custos elevados, têm sido proposto protocolos de terreno, devido à redução de custos e a aplicação em vários indivíduos num período curto de tempo, sendo utilizados para avaliar escolares, atletas e a população em geral, fornecendo dados para a prescrição de exercícios, avaliação da progressão do treino e testes físicos para exércitos em diversos países do mundo (Barry et al., 2014; Shah, 2013).

O consumo máximo de O_2 é a variável fisiológica que melhor descreve a capacidade funcional dos sistemas cardiovascular e respiratório. É aceite como o índice que representa a capacidade máxima de integração do organismo em captar, transportar e utilizar o O_2 para processos de produção de energia durante a contração muscular (Campeiz et al., 2007). As provas de esforço são realizadas para diversos finalidades, nomeadamente para a detecção de doença arterial coronária (DAC) em pacientes com sintomas de dor no peito ou possíveis sintomas equivalentes, avaliação da capacidade física e tolerância ao esforço, avaliação dos sintomas relacionados com o exercício (Fletcher et al., 2013).

2.4 SISTEMA NERVOSO

O sistema nervoso exerce influência num conjunto alargado de comportamentos humanos, emoções, sentimentos, pensamentos entre outros, sendo determinantes para a dinâmica que concorre para a manutenção da homeostasia ao nível biológico. O sistema nervoso é composto por três estruturas distintas, o cérebro, a espinal medula e nervos (Guyton & Hall, 2006). O cérebro e a espinal medula pertencem ao sistema nervoso central (SNC), porque se situam ao longo da linha média do corpo. Os nervos constituem o sistema nervoso periférico (SNP), que se estende a partir do cérebro e da espinal medula ao terminal mais distante. As funções do cérebro, espinal medula e nervos são realizadas por células nervosas altamente especializados que são denominadas de neurónios. O objetivo geral do sistema nervoso é regular as operações de partes do corpo para fazer certeza de que eles contribuem para a homeostasia. O sistema nervoso regula músculos e glândulas diretamente através do envio de impulsos a essas estruturas. Este sistema regula outras partes do corpo, ajustando indiretamente quantidades de hormonas produzidas por algumas glândulas endócrinas. Muitos dos neurónios no cérebro e os nervos do monitor enviam estímulos em torno do corpo. Esses neurónios fazem muito pouco, se as condições são adequadas e razoavelmente estáveis. No entanto, eles são afetados pelas condições prejudiciais e são sensíveis a alterações nas condições. Quando as condições são desfavoráveis para as células ou quando existe uma mudança (um estímulo), os neurónios respondem iniciando mensagens (impulsos nervosos) dentro de si (Widmaier et al., 2011).

O SNC é a parte da reação a estímulos, interpreta e coordena as informações desencadeando respostas para outros órgãos, constituído por espinal medula e encéfalo. O SNP é constituído pelas vias que conduzem os estímulos ao SNC isto é conduzem a informação até aos órgãos efectores, são estes os nervos cranianos e espinais, gânglios e terminações nervosas (Magalhães, 2014; Shier et al., 2007).

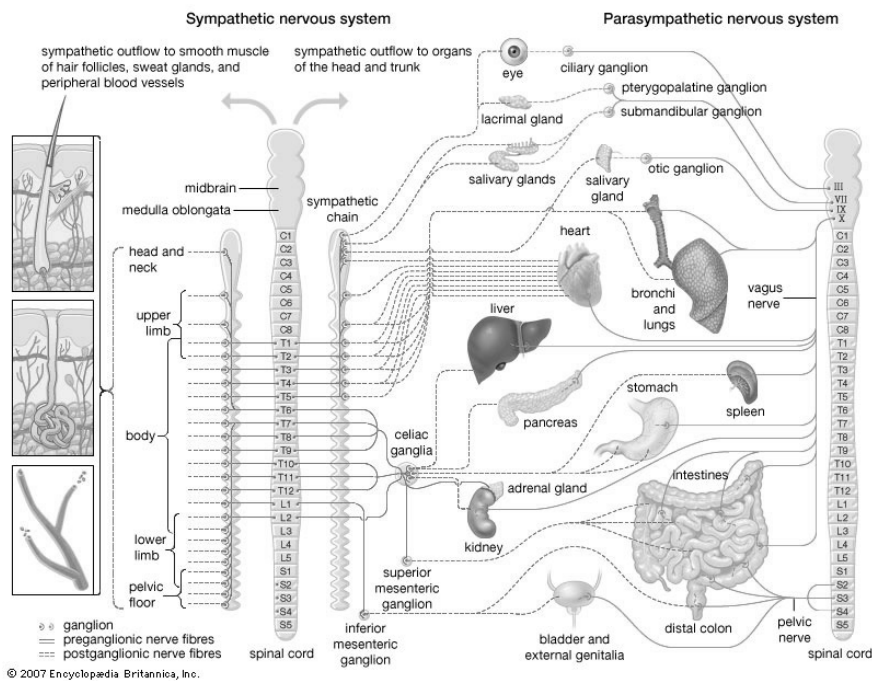


FIGURA 1: ESQUEMA SIMPLIFICADO DA ORGANIZAÇÃO DO SISTEMA NERVOSO HUMANO. ADAPTADO DE WIDMAIER ET AL., (2011)

2.4.1 SISTEMA NERVOSO AUTÓNOMO

Este é constituído por duas divisões, simpática e parassimpática, a qual a sua função é manter a homeostasia, ou seja, manter o equilíbrio do meio interno (Guyton & Hall, 2006). O SNA opera a nível do inconsciente e controla os vários órgãos internos, incluindo a atividade do coração, movimentos do trato intestinal e secreções de muitas glândulas do organismo (Guyton & Hall, 2006).

2.4.1.1. DIVISÃO SIMPÁTICA

A divisão simpática é a mais ativa, isto é, quando são necessárias mais energias, acelera o ritmo cardíaco. É constituído por uma cadeia de neurónios para vertebrais situados bilateralmente ao lado da coluna vertebral torácica e lombar. (Guyton & Hall, 2006). Os nervos simpáticos são diferentes dos nervos motores esquelético, cada via simpática do cordão para o tecido estimulado é composta por dois neurónios, um neurónio pré-ganglionar e uma pós-ganglionar, em contraste com apenas um único neurónio na via motora esquelética. (Guyton & Hall, 2006).

2.4.1.2 DIVISÃO PARASSIMPÁTICA

O sistema nervoso parassimpático é constituído por fibras parassimpáticas que deixam o sistema nervoso central através de nervos cranianos. Cerca de 75 % de todas as fibras nervosas parassimpáticas estão nos nervos vagos, passando pela zona torácica e região abdominal. Os nervos vagos fornecem nervos parassimpáticos ao coração, pulmões, esófago, estômago, intestino delgado, toda a metade proximal do cólon, fígado, vesícula biliar, pâncreas, rins, e porções superiores dos ureteres (Guyton & Hall, 2006).

No sistema nervoso Parassimpático a estimulação pode retardar ou até mesmo bloquear o ritmo cardíaco. A estimulação dos nervos parassimpáticos ao coração faz com que se liberte a acetilcolina, hormona libertada nas terminações vagais. Esta hormona tem dois efeitos principais sobre o coração, em primeiro lugar, diminui a taxa de ritmo do nóculo sinusal, e, em segundo, ela diminui a excitabilidade das fibras Aurículo-ventriculares (A-V) entre a musculatura atrial e o nóculo A-V, assim retarda a transmissão do impulso cardíaco no ventrículos. A fraca a moderada estimulação vagal diminui a taxa de bombeamento do coração. A forte estimulação vagal pode parar completamente a excitação rítmica pelo nó sinusal ou bloquear completamente a transmissão do impulso cardíaco a partir de aurículas para os ventrículos através do modo AV. Em qualquer um dos casos, os sinais

excitatórios rítmicos não são mais transmitidos para os ventrículos. Os ventrículos param de bater durante 5 a 20 segundos, mas em seguida, algum ponto no Fibras de Purkinje, geralmente no septo ventricular porção do feixe AV, desenvolve um ritmo da sua própria e faz com que haja uma contração ventricular a uma taxa de 15 a 40 batimentos por minuto. Este fenômeno é chamado escape ventricular (Guyton & Hall, 2006).

2.4.2.1 FREQUÊNCIA CARDÍACA DE RECUPERAÇÃO

O sistema nervoso autônomo desempenha um papel central na regulação da função cardiovascular quer em saúde quer em doença (Chacko et al., 2008; Diaz et al., 2001; Vivekananthan et al., 2003). Embora existam inúmeros métodos para avaliar a função simpática, as técnicas de avaliação parassimpática são muito limitadas. A frequência cardíaca após o exercício foi indicada como índice de atividade vagal com importantes implicações clínicas (Pierpont, et al., 2000).

Após o exercício, a frequência cardíaca de recuperação é um bom indicador de reativação parassimpático (Cheng et al., 2003; Daanen et al., 2012; Davrath et al., 2006; A. J. Hautala, 2006; Lipinski et al., 2004b; Okutucu et al., 2013). Valores baixos de frequência cardíaca de recuperação indicam baixa atividade vagal, sendo um preditor de risco de morte (Cole et al., 1999).

Cole e colaboradores (1999), descobriram que uma lenta diminuição da frequência cardíaca após o primeiro minuto do término do exercício é um poderoso preditor de mortalidade, enquanto que Imai e colaboradores (1999), verificaram que a frequência cardíaca de recuperação é mais rápida em atletas, mas menor, isto é mais lenta em pacientes com insuficiência cardíaca (Cole et al., 1999; Imai et al., 1999), já indivíduos com frequência cardíaca de recuperação mais lenta parece estar associada a distúrbios metabólicos (Sung, Choi, & Park, 2006) ou seja, a obesidade está associada a alterações do sistema nervoso autônomo, na adolescência, está associada a maior ocorrência de disfunções cardiovasculares e distúrbios

metabólicos na idade adulta (Brunetto et al., 2005), isto transfere-nos para estudos mais recentes que indicam que um aumento da adiposidade contribui para uma frequência cardíaca de recuperação mais lenta (Esco et al., 2013). Em 2013, Esco e os seus colegas verificaram que a associação entre as pregas de gordura subcutânea e a variabilidade da frequência cardíaca é independente. Como tal, a modulação autonómica cardíaca é significativamente relacionada à aptidão cardiorrespiratória (VO2 max) e à composição corporal e a espessura das pregas é independente (Esco et al., 2013).

CAPÍTULO 3 – METODOLOGIA

O presente capítulo fornece uma descrição dos sujeitos estudados assim como a metodologia utilizada para a avaliação dos sujeitos e registo dos dados obtidos. É feita a referência às variáveis estudadas e apresentada a descrição dos métodos de forma a alcançar os objectivos propostos. Este capítulo está dividido em cinco subcapítulos, nomeadamente: caracterização da amostra, desenho de estudo, composição corporal, avaliação cardiorrespiratória e controlo autonómico cardíaco.

3.1 - CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA

Este trabalho refere-se à importância da composição corporal como preditor do desempenho num teste de esforço máximo em jovens não-atletas do sexo masculino, fisicamente ativos. Para o efeito foram recrutados 20 jovens do curso de licenciatura em Desporto Condição Física e Saúde (DCFS) da Escola Superior de Desporto de Rio Maior do Instituto Politécnico de Santarém (ESDRM-IPS). Para serem selecionados para o presente estudo os sujeitos tinham que respeitar os seguintes critérios de inclusão: sexo masculino; alunos do curso de DCFS da ESDRM-IPS; sem patologias diagnosticadas; sem terapia farmacológica e não-fumadores. Foram considerados ainda os seguintes critérios de exclusão: condições clínicas agudas transitórias (ex. gripe, entorses ou outros) que impossibilitassem a realização dos procedimentos de avaliação; não cumprimento do protocolo de avaliação (ex. não se encontrar em jejum no dia da realização dos procedimentos de avaliação).

Foi disponibilizada uma breve descrição do estudo aos alunos do módulo de Cardiofitness da Unidade Curricular de Fitness IV do curso de DCFS da ESDRM-IPS. 27 alunos voluntariaram-se para participar no presente estudo, 20 cumpriram os critérios de inclusão e foram recrutados para participar no presente estudo. Após serem considerados os critérios de exclusão foi apurada uma amostra de 12 sujeitos. Foram estudados 12 sujeitos (21±1 anos) alunos do curso de DCFS da ESDRM-IPS.

3.2 - DESENHO DO ESTUDO

O presente estudo foi realizado na ESDRM-IPS. É um estudo transversal, considerando que foi realizado um único momento de observação das medidas em estudo. Este desenho do estudo foi implementado com vista a investigar a associação entre variáveis de modo a testar a sua utilidade no contexto clínico. A avaliação das variáveis em estudo foi realizada com recurso a equipamento e material da ESDRM-IPS e beneficiou da participação de vários investigadores para a recolha e análise dos dados. Os dados antropométricos foram recolhidos por um técnico certificado pela Sociedade Internacional para o Desenvolvimento da Cineantropometria (*International Society for the Advancement of Kineanthropometry* – ISAK). As provas de esforço foram realizadas por um fisiologista do exercício, que esteve sempre presente e que foi auxiliado por uma equipa de três outros fisiologistas do exercício que rotativaram.

Os sujeitos tiveram que fazer duas visitas à ESDRM para efeito de recolha de dados. Uma das visitas serviu para a realização da prova de esforço cardiorrespiratório e a outra visita serviu para a medição das variáveis antropométricas. A ordem das visitas foi aleatória e ambas as visitas não distaram mais de uma semana uma da outra, para cada sujeito. Em ambos os dias os sujeitos chegaram à ESDRM-IPS pelas 8h30, após jejum noturno. Todos os participantes da amostra assinaram o consentimento informado no primeiro dia, antes de serem incluídos no presente estudo e de serem submetidos a qualquer procedimento do mesmo. Todos os procedimentos realizados no âmbito do presente estudo respeitam a lei portuguesa e foram aprovados pelo Conselho Técnico-Científico da ESDRM-IPS. O presente estudo também respeita os princípios da declaração de Helsínquia. Nas subsecções seguintes do presente capítulo serão explicados todos os procedimentos realizados para a recolha de dados no presente estudo.

3.3 - COMPOSIÇÃO CORPORAL

A avaliação da composição corporal foi feita com recurso a medidas antropométricas. A escolha por esta forma de avaliação justifica-se por se tratarem de métodos clínicos/de terreno, que são métodos que exigem poucos recursos materiais e estes são pouco dispendiosos, são fáceis de replicar em diferentes contextos com forte potencial para utilização em enquadramentos eminentemente profissionais e de prática clínica. Pretendemos assim alcançar um maior potencial de *transfer* de conhecimento para a prática e ter maior impacto na comunidade de profissionais de desporto. As medidas antropométricas utilizadas consistem em: peso, altura, perímetros corporais e pregas de gordura subcutânea. Após realizadas as medições foram ainda calculados índices corporais com base nos resultados das medições antropométricas simples. Alguns procedimentos de normalização foram tidos em conta, tal como recomendados por Argal e colaboradores (2009), para evitar imprecisões e enviesamentos nas medidas, portanto todas as medidas antropométricas foram feitas com indivíduos de pé numa posição confortável, com roupas leves e após 12h de jejum (após jejum noturno). Todas as medições antropométricas foram realizadas pelo mesmo avaliador (avaliador com nível 2 de acreditação do ISAK). A seguir serão apresentadas as descrições detalhadas de cada medida antropométrica utilizada e respectivos índices corporais que foram calculados.

3.3.1 – PESO E ALTURA

A medição da massa corporal, aqui chamada de peso corporal ou simplesmente peso, foi medida com uma precisão de 0,1kg numa balança digital (modelo 701, SECA; Hamburgo, Alemanha), utilizando um protocolo estandardizado (Lohman et al., 1988). A altura foi medida com uma precisão de 0,1cm numa craveira com pé (modelo 217, SECA; Hamburgo, Alemanha), utilizando um protocolo estandardizado (Lohman et al., 1988). A descrição detalhada dos protocolos de medição do peso e da altura podem ser consultados nas tabelas 3.1 e 3.2, respectivamente.

TABELA 3. 1_ DESCRIÇÃO DO PROTOCOLO DE MEDIÇÃO DO PESO CORPORAL

Peso corporal - protocolo de medição

(CDC, 2007; Gordon et al., 1988; Heyward & Wagner, 2004; Stewart et al., 2011)

Definição:

Medição da massa corporal num campo gravitacional estandardizado e referido como peso corporal ou simplesmente peso.

1 - Posicionamento do sujeito:

O sujeito encontra-se na posição de pé (bípede) no centro da balança, sem qualquer apoio e com o peso distribuído homogeneamente pelos dois apoios.

2 - Medição:

Depois de o sujeito se encontrar posicionado corretamente em cima da balança o avaliador regista o resultado apresentado pela balança digital.

TABELA 3. 2_ DESCRIÇÃO DO PROTOCOLO DE MEDIÇÃO DA ESTATURA

Estatuta - protocolo de medição

(CDC, 2007; Gordon et al., 1988; Heyward & Wagner, 2004)

Definição:

Medição da altura total do corpo, referida como estatuta ou simplesmente altura. Representa a distância entre o ponto mais alto do crânio (vértex) e a superfície horizontal onde o sujeito tem os pés apoiados, medida na posição de pé.

1 - Posicionamento do sujeito:

O sujeito encontra-se na posição de pé (bípede), com os calcanhares juntos e os pés a formarem um ângulo de 60°, com os calcanhares, os glúteos e as escápulas a cocarem o plano vertical do estadiómetro e a cabeça no plano de Frankfurt.

2 - Medição:

Depois de o sujeito se encontrar posicionado corretamente o avaliador baixou o pivot do estadiómetro até tocar na cabeça do sujeito comprimindo o cabelo. O avaliador vai registar o valor observado imediatamente após ter referido para o

sujeito tentar permanecer o mais alto que conseguir (sem comprometer o posicionamento) e fazer uma inspiração forçada.

3.3.2 – PERÍMETROS CORPORAIS

Para avaliação dos sujeitos da amostra foram selecionados perímetros corporais de todos os segmentos corporais, a saber: perímetro do braço, perímetro da cintura, perímetro da anca e perímetro da perna. A seleção dos perímetros corporais a utilizar no presente trabalho foi feita considerando o seu potencial para poder ser adoptado pelos profissionais no terreno. A medição dos perímetros corporais foi realizada com uma fita antropométrica metálica (não elástica) e flexível (modelo W606PM, Lufkin; Vancouver, Canada). Foi utilizado um segmómetro (modelo segmómetro 4, Rosscraft; Canada) para determinar o local de medição do perímetro do braço. Todas as medições de perímetros corporais foram realizadas após uma expiração corrente, com uma precisão de 0,1cm. A descrição detalhada dos protocolos de medição dos perímetros corporais podem ser consultados nas tabelas 3.3, 3.4, 3.5 e 3.6, respectivamente.

TABELA 3.3 DESCRIÇÃO DO PROTOCOLO DE MEDIÇÃO DO PERÍMETRO DO BRAÇO

Perímetro do braço - protocolo de medição

(ACSM, 2013b; Callaway et al., 1988; CDC, 2007; Heyward & Wagner, 2004)

Definição:

Medição do perímetro do braço, perpendicular ao seu eixo longitudinal.

1 - Posicionamento do sujeito:

O sujeito encontra-se na posição de pé (bípede), com o avaliador do lado direito do sujeito, com os braços numa posição relaxada livremente ao longo do corpo, com as palmas das mãos direccionadas para as coxas.

2 – Ponto de medição:

A medição do perímetro do braço é realizada no ponto médio do braço, que é a meia distância entre o bordo mais superior e lateral do acrómio e o ponto médio do olecrâneo com o cotovelo flectido a 90°, com o sujeito na posição bípede vertical. O avaliador posiciona-se do lado direito do sujeito, localiza o ponto mais superior e lateral do acrómio e marca o ponto com uma caneta na pele do sujeito. Em seguida o avaliador localiza o ponto médio do olecrâneo com o cotovelo flectido a 90° e mede a distância entre os dois pontos identificados com um segmómetro. O avaliador vai calcular a meia distância entre os dois pontos identificados e marca esse ponto médio na pele do sujeito com a ajuda com uma caneta e de um segmómetro.

3 – Medição:

O avaliador segura a fita antropométrica na sua mão esquerda e desenrola a fita puxando a extremidade com a mão direita, ficando com a caixa na mão esquerda. Passa a ponta da fita por trás do braço direito do sujeito e coloca a fita à volta do braço do sujeito, perpendicular ao eixo longitudinal do braço, ao nível do ponto de medição previamente encontrado e devidamente marcado na pele do sujeito. O avaliador cruza a fita sobre o braço do sujeito, envolvendo o mesmo, trocando a caixa da fita da mão esquerda para a direita e a extremidade da fita da mão direita para a esquerda, de modo a que o zero da fita fique por baixo da escala da outra extremidade da fita onde vai ser observado o resultado da medição. O avaliador deve puxar suavemente as extremidades da fita de modo a que esta fique bem ajustada ao braço sem comprimir a pele. O avaliador pede ao sujeito que respire normalmente e mantenha o braço relaxado e regista o valor observado imediatamente após uma expiração corrente.

TABELA 3. 4 DESCRIÇÃO DO PROTOCOLO DE MEDIÇÃO DO PERÍMETRO DA CINTURA.

Perímetro da cintura - protocolo de medição

(CDC, 2007; CSEP, 2010, 2013; McGuire & Ross, 2010; NIH, 1994)

Definição:

Medição do perímetro da cintura ao nível da crista ilíaca, horizontalmente, i.e., paralelamente ao plano do solo.

1 - Posicionamento do sujeito:

O sujeito encontra-se na posição de pé (bípede), com os braços cruzados sobre o seu peito.

2 – Ponto de medição:

A medição do perímetro da cintura é realizada ao nível do ponto mais lateral e superior da crista ilíaca, com o sujeito na posição de medição. O avaliador posiciona-se do lado direito do sujeito, localiza o ponto mais superior e lateral da crista ilíaca e marca o ponto na horizontal com uma caneta na pele do sujeito. De seguida o avaliados realiza outra marcação horizontal correspondente à linha mid-axilar que cruza a linha horizontal marcada inicialmente.

3 – Medição:

O avaliador segura a fita antropométrica na sua mão esquerda e desenrola a fita puxando a extremidade com a mão direita, ficando com a caixa na mão esquerda. Passa a ponta da fita por trás do tronco do sujeito e coloca a fita na horizontal à volta do tronco, ao nível do ponto de medição previamente encontrado e devidamente marcado na pele do sujeito. O avaliador cruza a fita sobre o abdómen do sujeito, envolvendo o mesmo, trocando a caixa da fita da mão esquerda para a direita e a extremidade da fita da mão direita para a esquerda, de modo a que o zero da fita fique por baixo da escala da outra extremidade da fita onde vai ser observado o resultado da medição. O avaliador deve puxar

suavemente as extremidades da fita de modo a que esta fique bem ajustada ao tronco do sujeito sem comprimir a pele. O avaliador pede ao sujeito que respire normalmente, mantenha o abdómen relaxado e regista o valor observado imediatamente após uma expiração corrente.

TABELA 3. 5- DESCRIÇÃO DO PROTOCOLO DE MEDIÇÃO DO PERÍMETRO DA ANCA.

Perímetro da anca - protocolo de medição

(ACSM, 2013b; Callaway et al., 1988; Heyward & Wagner, 2004; Stewart et al., 2011)

Definição:

Medição do perímetro da anca ao nível da zona de maior volume gluteal, horizontalmente, i.e., paralelamente ao plano do solo.

1 - Posicionamento do sujeito:

O sujeito encontra-se na posição de pé (bípede), com os braços cruzados sobre o seu peito.

2 – Ponto de medição:

A medição do perímetro da anca é realizada horizontalmente ao nível do ponto de maior volume dos glúteos, ou seja, no ponto em que a sua superfície se afasta mais do eixo do corpo no plano sagital.

3 – Medição:

O avaliador, posicionado do lado direito do sujeito com os olhos ao nível dos glúteos do mesmo, segura a fita antropométrica na sua mão esquerda e desenrola a fita puxando a extremidade com a mão direita, ficando com a caixa na mão esquerda. Passa a ponta da fita por trás do corpo do sujeito, identifica o ponto de maior volume gluteal pela observação do sujeito no plano sagital e coloca a fita na horizontal à volta do anca ao nível do ponto de medição identificado. O avaliador cruza a fita sobre a anca do sujeito, envolvendo a

mesma, trocando a caixa da fita da mão esquerda para a direita e a extremidade da fita da mão direita para a esquerda, de modo a que a fita envolva toda a anca na horizontal e o zero da fita fique por baixo da escala da outra extremidade da fita onde vai ser observado o resultado da medição. O avaliador deve puxar suavemente as extremidades da fita de modo a que esta fique bem ajustada à anca do sujeito sem comprimir a pele. O avaliador pede ao sujeito que respire normalmente e mantenha a posição de medição e regista o valor observado imediatamente após uma expiração corrente.

TABELA 3. 6 DESCRIÇÃO DO PROTOCOLO DE MEDIÇÃO DO PERÍMETRO DA PERNA.

Perímetro da perna - protocolo de medição

(ACSM, 2013b; Callaway et al., 1988; Heyward & Wagner, 2004; Stewart et al., 2011)

Definição:

Medição do perímetro máximo da perna, entre o joelho e o tornozelo, perpendicularmente ao eixo longitudinal da perna.

1 - Posicionamento do sujeito:

O sujeito encontra-se na posição de pé (bípede) de frente para o avaliador, com os pés afastados entre 20cm um do outro e o peso distribuído igualmente pelos dois apoios, com os braços numa posição relaxada livremente ao longo do corpo, com as palmas das mãos direcionadas para as coxas.

2 – Ponto de medição:

A medição do perímetro da perna é realizada perpendicularmente ao eixo longitudinal da perna ao nível do ponto de maior perímetro da mesma, ou seja, entre o joelho e o tornozelo.

3 – Medição:

O avaliador, posicionado de frente para a perna direita do sujeito, segura a fita

antropométrica na sua mão esquerda e desenrola a fita puxando a extremidade com a mão direita, ficando com a caixa na mão esquerda. Passa a ponta da fita por trás da perna direita do sujeito, envolvendo a perna com a fita perpendicular ao eixo longitudinal da mesma. O avaliador cruza a fita sobre a perna do sujeito, envolvendo a mesma, trocando a caixa da fita da mão esquerda para a direita e a extremidade da fita da mão direita para a esquerda, de modo a que o zero da fita fique por baixo da escala da outra extremidade da fita onde vai ser observado o resultado da medição. O avaliador vai identificar o ponto de maior volume realizando medições sucessivas ao longo da região de maior volume da perna até encontrar o máximo perímetro da perna do sujeito. O avaliador deve puxar suavemente as extremidades da fita de modo a que esta fique bem ajustada à anca do sujeito sem comprimir a pele. O avaliador pede ao sujeito que respire normalmente e mantenha a posição de medição e regista o valor observado imediatamente após uma expiração corrente.

3.3.3 – PREGAS DE GORDURA SUBCUTÂNEA

Para avaliação dos sujeitos da amostra foram também selecionadas pregas de gordura subcutânea (PGS) que consiste na avaliação de duplas camadas de pele e gordura subcutânea (adipócitos que se encontram entre a pele e os músculos mais superficiais) em regiões ou pontos corporais específicos, a saber: PGS bicipital; PGS tricipital; PGS subescapular; PGS supriliaca; PGS abdominal; PGS crural PGS geminal. A seleção das PGS a utilizar no presente trabalho foi feita considerando o seu dois fatores: a importância de ter pelo menos uma prega para cada um dos perímetros corporais medidos e o potencial para poder serem adoptadas pelos profissionais no terreno. A medição das PGS corporais foi realizada com um adipómetro (modelo Slimguide; CreativeHealth Products, Plymouth MI) (Schmidt & Carter, 1990). Foi utilizado um segmómetro (modelo segmómetro 4, Rosscraft; Canada) para determinar o local de medição das PGS bicipital, tricipital e crural e a fita antropométrica (modelo W606PM, Lufkin; Vancouver, Canada) para determinar os

locais de medição da PGS subscapular, abdominal e geminal. Todas as medições de PGS foram realizadas com a mesma técnica de medição (Harrison et al., 1988) com uma precisão de 0,5mm. A descrição detalhada dos protocolos de medição das PGS podem ser consultados nas tabelas 3.7, 3.8, 3.9, 3.10, 3.11, 3.12 e 3.13 respectivamente.

TABELA 3. 7 DESCRIÇÃO DO PROTOCOLO DE MEDIÇÃO DA PGS BICIPITAL.

PGS Bicipital - protocolo de medição

(Harrison et al., 1988)

Definição:

Medição da prega de gordura subcutânea vertical na face anterior do braço, sobre o bicipite.

1 - Posicionamento do sujeito:

O sujeito encontra-se na posição de pé (bípede) de frente para o avaliador, com o peso distribuído igualmente pelos dois apoios, com os braços numa posição relaxada livremente ao longo do corpo.

2 - Ponto de medição:

A medição da PGS bicipital é realizada no ponto de intercepção entre a linha horizontal, perpendicular ao eixo longitudinal do braço ao nível do ponto médio do braço (ver descrição na tabela 3.4) e a linha vertical que vai do bordo anterior do acrómio até à fossa antecubital.

3 - Medição:

O avaliador, posicionado de frente para o sujeito, sobre o seu lado direito, segura o adipómetro na sua mão direita e destaca, com o polegar e indicador da sua mão esquerda, a PGS vertical na face anterior do braço 1cm acima do ponto de medição. As hastes do adipómetro são colocadas de ambos os lados da PGS de modo a medir a sua espessura ao nível do ponto de medição.

TABELA 3. 8 DESCRIÇÃO DO PROTOCOLO DE MEDIÇÃO DA PGS TRICIPITAL.

PGS Tricipital - protocolo de medição

(Harrison et al., 1988)

Definição:

Medição da prega de gordura subcutânea vertical da face posterior do braço, sobre o tricípite.

1 - Posicionamento do sujeito:

O sujeito encontra-se na posição de pé (bípede) de costas para o avaliador, com o peso distribuído igualmente pelos dois apoios, com os braços numa posição relaxada livremente ao longo do corpo.

2 - Ponto de medição:

A medição da PGS tricipital é realizada no ponto de intercepção entre a linha horizontal, perpendicular ao eixo longitudinal do braço ao nível do ponto médio do braço (ver descrição na tabela 3.4) e a linha vertical média que divide o braço verticalmente em duas metades iguais.

3 - Medição:

O avaliador, posicionado atrás do sujeito, sobre o seu lado direito, segura o adipómetro na sua mão direita e destaca, com o polegar e indicador da sua mão esquerda, a PGS vertical na face posterior do braço 1cm acima do ponto de medição. As hastes do adipómetro são colocadas de ambos os lados da PGS de modo a medir a sua espessura ao nível do ponto de medição.

TABELA 3. 9 DESCRIÇÃO DO PROTOCOLO DE MEDIÇÃO DA PGS SUBESCAPULAR.

PGS Subescapular - protocolo de medição

(Harrison et al., 1988)

Definição:

Medição da prega de gordura subcutânea diagonal no sentido ínfero-lateral, no

sentido natural da pele, na face posterior do tronco, imediatamente abaixo do ângulo inferior da omoplata.

1 - Posicionamento do sujeito:

O sujeito encontra-se na posição de pé (bípede) de costas para o avaliador, com o peso distribuído igualmente pelos dois apoios, com os braços numa posição relaxada livremente ao longo do corpo.

2 - Ponto de medição:

A medição da PGS subescapular é realizada no ponto de intercepção entre a linha vertical que desce a partir do ângulo inferior do omoplata e a linha diagonal que desce na diagonal com um ângulo aproximado de 45° no sentido infero-lateral que cruza linha vertical 2cm abaixo do ângulo inferior do omoplata.

3 - Medição:

O avaliador, posicionado atrás do sujeito, sobre o seu lado direito, segura o adipómetro na sua mão direita e destaca, com o polegar e indicador da sua mão esquerda, a PGS diagonal, no sentido natural da pele tal como descrito acima, 1cm acima do ponto de medição. As hastes do adipómetro são colocadas de ambos os lados da PGS de modo a medir a sua espessura ao nível do ponto de medição.

TABELA 3. 10 DESCRIÇÃO DO PROTOCOLO DE MEDIÇÃO DA PGS SUPRILÍACA.

PGS Suprailíaca - protocolo de medição

(Harrison et al., 1988)

Definição:

Medição da prega de gordura subcutânea diagonal no sentido ífero-anterior, no sentido natural da pele, na face lateral do tronco, imediatamente acima da crista ilíaca.

1 - Posicionamento do sujeito:

O sujeito encontra-se na posição de pé (bípede) de lado para o avaliador, com o peso distribuído igualmente pelos dois apoios, com os braços numa posição relaxada livremente ao longo do corpo ou, se necessário, ligeiramente abduzidos para facilitar a medição.

2 - Ponto de medição:

A medição da PGS suprailíaca é realizada no ponto de intercepção entre a linha midaxilar (linha vertical que desce a partir do centro da axila e que divide o tronco em duas metades iguais no plano sagital) e a linha diagonal que desce obliquamente com um ângulo aproximado de 45° no sentido infero-anterior que cruza linha midaxilar imediatamente acima da crista ilíaca.

3 - Medição:

O avaliador, posicionado ao lado do sujeito, sobre o seu lado direito, segura o adipómetro na sua mão direita e destaca, com o polegar e indicador da sua mão esquerda, a PGS diagonal, no sentido natural da pele tal como descrito acima, 1cm atrás da linha midaxilar. As hastes do adipómetro são colocadas de ambos os lados da PGS de modo a medir a sua espessura ao nível do ponto de medição.

TABELA 3. 11 DESCRIÇÃO DO PROTOCOLO DE MEDIÇÃO DA PGS ABDOMINAL.

PGS Abdominal horizontal - protocolo de medição

(Harrison et al., 1988)

Definição:

Medição da prega de gordura abdominal horizontalmente na face anterior do abdómen, ao lado do umbigo.

1 - Posicionamento do sujeito:

O sujeito encontra-se na posição de pé (bípede) de frente para o avaliador, com o peso distribuído igualmente pelos dois apoios, com os braços numa posição relaxada livremente ao longo do corpo.

2 - Ponto de medição:

A medição da PGS abdominal é realizada no ponto de intercepção entre a linha horizontal que passa 1cm abaixo do umbigo e a linha vertical que passa 3cm ao lado do umbigo, na lado direito do sujeito.

3 - Medição:

O avaliador, posicionado em frente ao sujeito, segura o adipómetro na sua mão direita e destaca, com o polegar e indicador da sua mão esquerda, a PGS horizontal, 1cm lateralmente ao ponto de medição. As hastes do adipómetro são colocadas de ambos os lados da PGS de modo a medir a sua espessura ao nível do ponto de medição.

TABELA 3. 12 DESCRIÇÃO DO PROTOCOLO DE MEDIÇÃO DA PGS CRURAL.

PGS Crural - protocolo de medição

(Harrison et al., 1988)

Definição:

Medição da prega de gordura subcutânea vertical no ponto médio da face anterior da coxa.

1 - Posicionamento do sujeito:

Para a medição o sujeito encontra-se na posição de pé (bípede) de frente para o avaliador, com todo o seu peso corporal sobre a pé esquerdo e com o pé direito completamente apoiado no chão, mas com o joelho semi-flectido e sem carga ponderal. Os braços numa posição relaxada livremente ao longo do corpo. Para facilitar a identificação da prega inguinal o sujeito poderá realizar a flexão da coxa.

2 - Ponto de medição:

A medição da PGS crural é realizada no ponto de intercepção entre a linha média da coxa (linha vertical que divide coxa em duas metades iguais no plano frontal) e

a linha horizontal ao nível da meia distância entre a linha inguinal e o bordo superior da rótula.

3 - Medição:

O avaliador, posicionado de frente para o sujeito, sobre o seu lado direito, segura o adipómetro na sua mão direita e destaca, com o polegar e indicador da sua mão esquerda, a PGS vertical, 1cm acima do ponto de medição. As hastes do adipómetro são colocadas de ambos os lados da PGS de modo a medir a sua espessura ao nível do ponto de medição.

TABELA 3. 13 DESCRIÇÃO DO PROTOCOLO DE MEDIÇÃO DA PGS GEMINAL.

PGS Geminal - protocolo de medição

(Harrison et al., 1988)

Definição:

Medição da prega de gordura subcutânea vertical na face lateral do tronco, ao nível do ponto de maior volume da perna.

1 - Posicionamento do sujeito:

O sujeito encontra-se na posição de pé (bípede) coloca o pé direito em cima de uma superfície elevada (ex. uma plataforma ou uma cadeira) de modo a ficar com o joelho com uma flexão de 90°. Os braços ficam numa posição relaxada livremente ao longo do corpo.

2 - Ponto de medição:

A medição da PGS geminal é realizada no ponto de intercepção entre a linha horizontal correspondente ao ponto de maior volume da perna, tal como descrito para a medição do perímetro da perna (ver tabela 3,6), e a linha média da perna (linha vertical que divide a perna em duas metades iguais no plano sagital) quando observada de frente a sua face proximal.

3 - Medição:

O avaliador, posicionado de frente para o sujeito segura o adipómetro na sua mão direita e destaca, com o polegar e indicador da sua mão esquerda, a PGS vertical, 1cm acima do ponto de medição. As hastes do adipómetro são colocadas de ambos os lados da PGS de modo a medir a sua espessura ao nível do ponto de medição.

3.4 - AVALIAÇÃO DA CONDIÇÃO CARDIORRESPIRATÓRIA

Todos os sujeitos da amostra beneficiaram da avaliação da sua condição cardiorrespiratória numa passadeira rolante (modelo RUNRACE, Technogym; Cesena, Itália) através do protocolo estandardizado de Bruce (Bruce, 1971). Em todos os testes os sujeitos foram monitorizados com um cardiofrequencímetro (modelo RS800, Polar: Kempele, Finlândia). Os cardiofrequencímetros registaram a frequência cardíaca batimento a batimento (R-R). Os dados R-R foram extraídos do cardiofrequencímetro para um computador pessoal (PC) através de um adaptador infravermelhos (modelo IrDA USB 2.0, Polar: Kempele, Finlândia) e utilizando o software Polar ProTrainer 5 (Polar: Kempele, Finlândia). Os sujeitos mantiveram-se em exercício até que se verificassem pelo menos duas das seguintes condições: (1) fadiga volitiva dos sujeitos; (2) sujeitos atingiram a sua FC máxima teórica (FC_{máx}); (3) FC não aumenta com o aumento da carga. A FC_{máx} teórica foi calculada com recurso à equação: $FC_{máx} = 192 - (0,007 \times idade^2)$ (Gellish et al., 2007). A condição cardiorrespiratória foi avaliada pela duração do teste de esforço, sendo que quanto maior a duração do teste melhor a condição cardiorrespiratória do sujeito (M. R. Carnethon et al., 2012).

3.5 - CONTROLO AUTONÓMICO CARDÍACO

Têm sido utilizados vários indicadores para a avaliação do controlo autonómico cardíaco. No presente estudo foi utilizada a FC de recuperação após

uma prova de esforço máxima (FCR) (Chacko et al., 2008; Cole et al., 1999; Diaz et al., 2001; Lipinski et al., 2004; Shetler et al., 2001; Vivekananthan et al., 2003). Há diferentes protocolos de recuperação descritos na literatura para a avaliação da FCR. No presente estudo foi selecionado um dos mais comuns: imediatamente após o término da prova de esforço máximo foi selecionada uma velocidade de 2,4km/h (≈ 1.5 mph) com uma inclinação de 2,5%, na passadeira rolante para os sujeitos realizarem marcha durante dois minutos. Após os primeiros dois minutos de recuperação a passadeira rolante foi desligada e os sujeitos realizaram marcha lenta livremente pela sala de exercício até normalizarem a frequência respiratória. Durante a recuperação foi monitorizada a FC R-R dos sujeitos. Foi identificado o valor da FC_{máx} obtido na prova de esforço máximo que foi posteriormente utilizado para o cálculo da FCR. Foi identificado o valor da FC no final do primeiro (FC1) e do segundo minuto (FC2) de recuperação. Foram calculados os valores de FCR ao primeiro ($FCR1 = FC_{máx} - FC1$) e ao segundo minuto ($FCR2 = FC_{máx} - FC2$).

CAPITULO 4 – ESTUDO 1

“ASSOCIAÇÃO ENTRE INDICADORES CLÍNICOS DE COMPOSIÇÃO CORPORAL E A CONDIÇÃO CARDIORESPIRATÓRIA EM ADULTOS JOVENS MASCULINOS NÃO-ATLETAS”

“ASSOCIATION BETWEEN BODY COMPOSITION CLINICAL MARKERS AND CARDIORESPIRATORY PERFORMANCE IN YOUNG NON-ATHLETE MALES”

Diana Filipe, Cristiana Mercê, Maria Fernandes, Filipe Gomes, Nuno M. Pimenta
Congresso Internacional de exercício e saúde, desporto e desenvolvimento humano (CIDESD 2016) –
Universidade de Évora

RESUMO

Introdução

A composição corporal (CC) é uma importante componente da condição física relacionada com a saúde. A gordura corporal tem sido considerada um factor limitador da performance em vários desportos. De acordo com o nosso conhecimento ainda está por definir se e em que medida indicadores específicos de CC estão relacionados com a condição cardiorrespiratória (CCR) em adultos jovens não atletas. O objectivo deste estudo foi investigar se e em que medida indicadores clínicos de CC estão associados com a CCR em adultos-jovens masculinos não-atletas, aparentemente saudáveis.

Métodos

Foram observados 12 adultos jovens masculinos caucasianos não atletas, aparentemente saudáveis (20,9±0,7 anos). Todos os sujeitos realizaram uma prova de esforço máximo em passadeira rolante seguindo o protocolo estandardizado de Bruce. A CCR foi estimada pela duração do teste. A avaliação da CC consistiu na utilização de medições antropométricas, nomeadamente: peso, altura, perímetros (cintura, anca, braço e perna) e pregas (abdominal, crural e geminal). Foram calculados índices corporais com base nas medidas antropométricas, especificamente: índice de massa corporal, razão cintura-anca, razão cintura-altura, índice de adiposidade corporal e índice de conicidade.

Resultados

A CCR estava associada negativamente com o peso ($r = -0,73$; $p = 0,021$) e com o perímetro da anca ($r = -0,60$; $p = 0,067$) e estava positivamente associada com a razão cintura-anca ($r = 0,65$; $p = 0,042$).

Discussão

Os resultados do presente estudo indiciam que um perímetro aumentado da anca e uma massa corporal elevada são preditores de uma CCR mais reduzida. O facto de mais nenhum indicador clínico da CC mostrar qualquer relação com a CCR poderá

indiciar que a associação com a massa corporal e do perímetro da anca poderá ter por base uma influência mecânica, com consequências metabólicas, e não um de um efeito metabólico por si só. Em adultos jovens masculinos caucasianos não-atletas os indicadores de massa e dimensão corporal parecem explicar melhor a CCR do que outros indicadores clínicos mais relacionados com a massa gorda e a sua distribuição. São necessários mais estudos para confirmar estes resultados.

Palavras chave: Composição Corporal, Condição Cardiorespiratória.

Abstract

Introduction

Body Composition (BC) is an important health related fitness component (ACSM, 2013). Body fat has been found a limiting factor for performance in sport. To our knowledge it is unknown if and to what extent specific markers of body composition are related to performance in non-athletes young adults (Mooses et al., 2013). The purpose of this study was to investigate if and how specific markers of body composition are associated with cardiorespiratory performance in male non-athletes, yet active, apparently healthy young adults.

Methods

We assessed 12 apparently healthy young adult male subjects ($20,9 \pm 0,7$ years). All subjects underwent a maximal treadmill graded exercise test (GXT) using Bruce standard protocol. Cardiorespiratory performance was assessed by test duration. Body composition assessment consisted of anthropometry, specifically: weight, height, waist, hip and calf circumferences, abdominal, thigh and calf skinfolds, and body indexes were calculated as follows: body mass index, waist-to-hip ratio, waist-to-height ratio, body adiposity index, conicity index and abdominal volume index.

Results

Cardiorespiratory performance was negatively associated with weight ($r = -0,73$; $p = 0,021$) and hip circumference ($r = -0,60$; $p = 0,067$) and was positively associated with waist-to-hip ratio ($r = 0,65$; $p = 0,042$) meaning that increased hip circumferences and body masses were predictors of reduced cardiorespiratory performance. The fact that no other no other body composition component showed relation with cardiorespiratory performance seem to indicate that the associations found may reflect more a mechanical influence, with metabolic consequences, rather than a metabolic effect of BC alone.

Discussion

Markers of body size and mass seem to explain better cardiorespiratory performance than other body composition markers more related with fat accumulation, in active non-athletes apparently healthy young adult male subjects. Future studies should confirm these results.

Keywords: Body composition; Cardiorespiratory fitness

4.1 - INTRODUÇÃO

A condição cardiorrespiratória parece ter muito mais impacto na saúde que propriamente a composição corporal, isto é, indivíduos com uma boa condição cardiorrespiratória tem menos probabilidades de desenvolver doenças cardiovasculares ou doenças do foro metabólico e conseqüente risco de mortalidade (Barry et al., 2014). A composição corporal é um ramo das ciências biológicas que geralmente está associado ao estudo da obesidade, apesar de ir muito mais além do estudo da massa gorda (World Health Organization, 1995).

A composição corporal é uma componente da condição física relacionada com a saúde e tem provado ter implicações na saúde física e morfológica. Estudos apontam que a percentagem de massa gorda seja um factor limitante em determinadas modalidades desportivas, isto é, menor percentagem de massa gorda mais velocidade e melhor técnica (Neto & de Castro César, 2006). Guedes e seus colegas, apontam que a variação da distribuição de gordura corporal é um importante indicador morfológico relacionado com complicações endócrinas e metabólicas predisponentes ao aparecimento e desenvolvimento de doenças cardiovasculares (Guedes & Guedes, 1998). Em corredores, um excesso de tecido adiposo geralmente requer um maior esforço muscular para acelerar as pernas e maior dispêndio energético (Arrese & Ostáriz, 2006). Além de diferentes parâmetros fisiológicos vários valores são antropométricos são conhecidos para o desempenho de longa distância (Arrese & Ostáriz, 2006). Parâmetros específicos de composição corporal parecem estar relacionados com a curta distancia mas não com longa distancia (Mooses et al., 2013), já Legaz e Eston (2005), dizem que para a avaliação antropométrica da composição corporal, devem incluir pregas cutâneas, o somatório de todas elas. A perda de gordura corporal parece ser específica para os grupos musculares utilizados no treino. As pregas dos membros inferiores podem ser importantes como preditores no desempenho de corrida.

No futebol, uma modalidade que envolve a execução de saltos verticais e deslocamentos rápidos e repetidos qualquer excesso de peso sob a forma de gordura pode levar a um prejuízo no rendimento (Campeiz et al., 2007).

Apesar das técnicas avançadas (Raio-X e bioimpedância), a antropometria de superfície parece oferecer uma ferramenta de campo válida e útil para estudo da composição corporal. (Arrese & Ostáriz, 2006; Kodama et al., 2009; Van Der Kooy et al., 1993).

A condição cardiorrespiratória e resistência aeróbia são parâmetros importantes para o sucesso de vários desportos individuais e colectivos. Para a avaliação da mesma, é utilizado o teste de esforço máximo, um exame não invasivo e de baixo custo, e determina o VO₂ max e a FCmax. O consumo máximo de oxigénio é uma variável fisiológica que melhor descreve a capacidade funcional do sistema cardiovascular e respiratório – capacidade máxima de integração do organismo em captar, transportar e utilizar oxigénio para processos de produção de energia durante a contração muscular (Campeiz et al., 2007).

Objectivo do presente estudo, foi relacionar a composição corporal com a condição cardiorrespiratória, de que forma a distribuição de gordura influencia a condição cardiorrespiratória.

4.2 - METODOLOGIA

No presente estudo, foi analisado um grupo de 12 jovens fisicamente ativos não atletas. Para avaliar a condição respiratória foram submetidos ao teste máximo de Bruce, o qual interessou a duração da prova. Para a composição corporal, foram medidos a altura, o peso, as circunferências, as pregas adiposas e os índices corporais, dos quais, índice de massa corporal, índice de adiposidade, rácio cintura anca e índice de comicidade como descritos no capítulo anterior e resumidos na tabela abaixo indicada.

TABELA 4.1 - MÉTODOS DE RECOLHA DE DADOS

Marcadores clínicos de composição corporal		Referência Bibliográfica
Peso		Lohman, T. et al. (1988). Champaign: Human Kinetics
Altura		Lohman, T. et al. (1988). Champaign: Human Kinetics
Perímetros	Cintura	
	Coxa Perna	Lohman, T. et al. (1988). Champaign: Human Kinetics
Pregas de gordura subcutânea	Abdominal	
	Coxa	Lohman, T. et al. (1988). Champaign: Human Kinetics
	Perna	
	Somatório das pregas	
Índices Corporais	Índice de massa corporal	WHO. (1987). Warsaw: WHO Regional Office for Europe
	Índice de adiposidade corporal	Bergman, R. et al. (2011) Obesity, 19(5), 1083–1089.
	Razão cintura-anca	Lear, S. et al. (2009). Eur J Clin Nutr, 64(1), 42–61
	Razão cintura-altura	Hsieh, S. & Yoshinaga, H. (1995). Int J Obes Relat Metab Disord, 19(8), 585–9
	Índice de Conicidade	Valdez, R. et al. (1993). Int J Obes Relat Metab Disord, 17(2), 77–82

As medidas antropométricas estão descritas na tabela acima mencionada.

A técnica de medição da perímetro da cintura é, na verdade, um perímetro, que fornece uma estimativa da circunferência do corpo ao nível do abdómen. Pontos anatômicos, diferentes pontos de referência foram usados para determinar a localização exata para a medição da circunferência da cintura em diferentes estudos clínicos, incluindo:

- ponto médio entre a última costela e a crista íliaca
- o umbigo
- logo abaixo da costela; e um pouco acima da crista íliaca. Os locais mais vulgarmente utilizados em estudos que avaliam a relação entre a morbidade ou mortalidade e a composição corporal encontravam-se no ponto médio entre a última costela e a crista íliaca (29%), o umbigo (28%, e o perímetro de cintura mais estreito (22%) (Klein et al., 2007)

Para tratamento estatística, foi utilizado o programa SPSS versão 22. A distribuição gaussiana dos dados foi avaliada através do teste Shapiro-Wilk. Foram realizadas correlações parciais para relacionar as variáveis controlando a composição corporal e a condição cardiorrespiratória. Os coeficientes de correlação de 0,5 foram considerados significativos, com um nível de significância de 5%.

4.3 - RESULTADOS

A componente cardiorrespiratória foi avaliada através da duração da prova, estando esta associada negativamente com o peso ($r = -0,73$, $p = 0,021$) e com a circunferência da cintura ($r = 0,60$; $p = 0,067$) e positivamente com a relação cintura- anca ($r = 0,65$; $p = 0,042$). Isto parece indicar que um aumento da circunferência do quadril e das massas corporais dos membros inferiores foram preditores da redução do desempenho cardiorrespiratório.

Abaixo seguem as tabelas com os resultados obtidos com correlações parciais.

TABELA 4.2: CORRELAÇÕES PARCIAIS ENTRE MARCADORES CLÍNICOS DE COMPOSIÇÃO CORPORAL E CONDIÇÃO CARDIORRESPIRATÓRIA.

Variáveis #	r	p
Peso #	- 0,70	0,011*
Altura #	- 0,49	0,105
Perímetro da cintura §	0,10	0,976
Perímetro da coxa #	- 0,68	0,016*
Perímetro da perna #	0,29	0,366

CCR – Condição Cardiorespiratória; # - Correlações parciais controladas pelo perímetro da cintura; § - Correlações parciais controladas pelo IMC; PC – Perímetro da cintura ; PA – Perímetro da coxa; PP – Perímetro da perna. * - Nível de significância P<0,05.

TABELA 4.3: CORRELAÇÕES PARCIAIS ENTRE PREGAS ADIPOSAS E CONDIÇÃO CARDIORRESPIRATÓRIA

Variables #	r	p
PGS Abdominal	- 0,52	0,103
PGS Coxa	- 0,49	0,123
PGS Geminal	- 0,25	0,457
Soma PGS	- 0,53	0,091

PGS – Pregas de Gordura Subcutânea ; CCR – Condição Cardiorespiratória; # - Correlações parciais controladas pelo perímetro da cintura; Abd – Abdominal; * - Nível de Significância P<0,05.

TABELA 4.4 : CORRELAÇÕES PARCIAIS ENTRE ÍNDICES CORPORAIS E CONDIÇÃO CARDIORRESPIRATÓRIA

Variables #	r	p
IMC §	- 0,03	0,936
RCA #	0,64	0,033*
RCAIt #	0,50	0,146
IAC §	0,10	0,762
IC #	0,38	0,256

CCR – Condição Cardiorespiratória; IMC – Índice Mass Corporal; RCA – Rácio cintura-anca ; RCAIt – Rácio Cintura- altura; IAC – Índice de Adiposidade Corporal; IC – Índice de Conicidade; # - Correlações parciais controladas pelo perímetro da cintura Partial; § - Correlações parciais controladas pelo IMC; * - Nível de significância P<0,05.

Nenhum outro marcador clínico de composição corporal parece indicar que as associações encontradas podem ser reflexo da influência mecânica que é exigida no decorrer da prova de esforço, ou até mesmo distúrbios metabólicos podem estar por detrás de tais resultados e não apenas referente à composição corporal só por si só.

4.4 DISCUSSÃO

O presente estudo refere-se a associação entre o desempenho cardiovascular e a composição corporal. Muitos já são os estudos que tentam entender esta associação e de que forma tem uma influencia , direta ou indiretamente no desempenho numa determinada modalidade desportiva. Vários são os estudos que tem sido efetuados numa população atleta, mas em adultos jovens não atletas fisicamente ativos a literatura é escassa. Diferentes parâmetros fisiológicos sobre vários valores antropométricos e composição corporal estão relacionados com o desempenho desportivo (Arrese & Ostáriz, 2006; Mooses et al., 2013).

O IMC é muito estudado, mas recentemente torna-se insuficiente para ser generalizado a todas as populações, sendo necessárias mais medidas para avaliar a composição corporal e consequentemente a distribuição de gordura. No presente estudo verifica-se a importância da circunferência da cintura e a razão cintura anca como marcadores clínicos antropométricos de grande importância e fáceis de medir (Magalhães, 2014).

Os resultados obtidos vão ao encontro de alguma literatura, (Winter & Hamley, 1976). Winter e Hamley já haviam observado resultados semelhantes no estudo de pregas de gordura subcutânea, ou seja, as pregas adiposas relacionando com a corrida chegando à mesma conclusão do presente estudo, ou seja, não foi tida em conta a carga mecânica dos membros inferiores, uma vez que estes também tem influencia na corrida e neste caso na duração da prova. Outro resultado pertinente encontrado foi o facto da razão cintura anca ter um papel importante na duração da prova de esforço, pois correlacionando os vários marcadores clínicos antropométricos, verifica-se que é mais importante a razão cintura anca do que propriamente a circunferência da cintura, indo ao encontro do estudo realizado por (Magalhães, 2014), o qual também refere a importância da razão cintura anca como indicador de distribuição de gordura corporal, indicando também problemas metabólicos e cardiovasculares, podendo estar relacionados ao aumento da mortalidade cardiovascular (Magalhães, 2014).

A massa corporal entre outros fatores é influenciada pelas mudanças relacionadas ao crescimento e à maturidade dos pulmões, coração e músculo esquelético. A massa corporal magra pode ser um bom descritor razoável e aceitável da capacidade metabólica máxima dos músculos, posto isto, a contribuição da massa muscular dos membros inferiores parece influenciar a duração da prova e consequentemente o VO₂máx, tal como observado anteriormente Nevill et al 2014 e Valente –dos-Santos et al 2015.

Em conclusão, o presente estudo mostra a importância da composição corporal, com maior ênfase na distribuição de gordura, avaliada através de

marcadores de terreno, na performance. É de enfatizar que a distribuição de gordura central pode indicar riscos metabólicos mas também cardiovasculares indicando assim um maior risco de mortalidade, a utilização de índices corporais parecem ter resultados fidedignos e vão ao encontro da literatura consultada. Futuros estudos devem incluir a composição corporal mas também a carga mecânica bem como a contribuição metabólica que o individuo pode estar sujeito e de que forma esta influencia a duração da prova .

CAPITULO 5 – ESTUDO 2

“ASSOCIAÇÃO ENTRE INDICADORES CLÍNICOS DE COMPOSIÇÃO CORPORAL E O CONTROLO AUTONÓMICO CARDÍACO EM ADULTOS JOVENS MASCULINOS NÃO-ATLETAS: INFLUENCIA DA CONDIÇÃO CARDIORRESPIRATÓRIA”

“INDEPENDENT ASSOCIATION BETWEEN BODY COMPOSITION AND CARDIAC AUTONOMIC CONTROL”¹

¹ Diana Filipe, Cristiana Mercê, Maria Fernandes, Filipe Gomes, Nuno M. Pimenta, (SIEFLAS 2017)

Seminário Internacional de Educação física, Saúde e Lazer – Instituto Politécnico da Guarda

RESUMO

Introdução

A composição corporal (CC) e a condição cardiorrespiratória são importantes componentes da condição física relacionada com a saúde. A gordura corporal, particularmente a sua distribuição, parece fortemente relacionada com o controlo autonómico cardíaco (CAC), sobretudo em populações clínicas. De acordo com o nosso conhecimento ainda está por definir se e em que medida indicadores específicos de CC estão relacionados com o CAC e se essa eventual relação é influenciada pela CCR em adultos jovens não atletas. O objectivo deste estudo foi investigar se e em que medida indicadores clínicos de CC estão associados com o CAC em adultos-jovens masculinos caucasianos não-atletas, aparentemente saudáveis.

Métodos

Foram observados 12 adultos jovens masculinos caucasianos não atletas, aparentemente saudáveis (20,9±0,7 anos). Todos os sujeitos realizaram uma prova de esforço máximo em passadeira rolante seguindo o protocolo estandardizado de Bruce. O CAC foi avaliado através da frequência cardíaca de recuperação ao primeiro (FCR1) e ao segundo (FCR2) minuto após o esforço máximo. A avaliação da CC consistiu na utilização de medições antropométricas, nomeadamente: peso, altura, perímetros (cintura, anca, braço e perna) e pregas (abdominal, crural e geminal). Foram calculados índices corporais com base nas medidas antropométricas, especificamente: índice de massa corporal, razão cintura-anca, razão cintura-altura, índice de adiposidade corporal e índice de conicidade.

Resultados

Não foram encontradas quaisquer associações entre os indicadores clínicos de CC estudados e a FCR 1 e FCR2, nesta amostra de adultos-jovens masculinos caucasianos não-atletas, aparentemente saudáveis. Quando utilizadas correlações parciais, controladas para a CCR, para testar a associação independente entre os indicadores de CC e a FCR1 e FCR2, comprovaram-se os resultados obtidos

inicialmente sendo que a inclusão da CCR como variável de controlo não pareceu exercer um efeito muito significativo nos coeficientes de correlação obtidos.

Discussão

Os resultados do presente estudo evidenciam dois aspectos importantes: em primeiro lugar foram encontrados vários coeficientes de correlação superiores a 0,5 o que habitualmente é considerada uma forte correlação sendo que para isso os valores de p deverão ser inferiores a 0,05, o que não aconteceu; a questão anterior transporta-nos para a segunda em que é reforçada a importância da determinação do tamanho da amostra para conseguir atingir a potencia estatística suficiente para conseguir distinguir entre resultados realmente significativos e não significativos (evitar o erro tipo II). Podemos concluir que deverão ser realizados mais estudo para poder inferir sobre a associação entre a CC e o CAC, e da sua independência da CCR em adultos jovens masculinos caucasianos não atletas.

Palavras chave: Composição Corporal, Controlo Autonómico Cardíaco, Condição Cardiorespiratória.

ABSTRACT

Introduction

Body composition (BC) and cardiorespiratory Fitness (CRF) are important health-related fitness components. Body fat, particularly its distribution, seems strongly related with cardiac autonomic control (CAC) in subjects with metabolic disabilities. According to our knowledge it is not yet determined if and to what extent specific clinical markers of BC are related with CAC in non-athlete apparently healthy young-adults. The aim of the present study was to assess if and to what extent specific markers of BC are related with CAC and if such relation is influenced by the subjects' CRF in non-athlete Caucasian male apparently healthy young-adults.

Methods

We assessed 12 non-athlete Caucasian male apparently healthy young-adults ($20,9 \pm 0,7$ years). All subjects underwent a maximal treadmill graded exercise test (GXT) using Bruce standard protocol. Heart rate recovery was assessed at the end of the first (HRR1) and second (HRR2) minutes immediately after maximal effort to assess CAC. Cardiorespiratory performance was assessed by test duration. Body composition assessment consisted of anthropometry, specifically: weight, height, waist, hip and calf circumferences, abdominal, thigh and calf skinfolds, and body indexes were calculated as follows: body mass index, waist-to-hip ratio, waist-to-height ratio, body adiposity index, conicity index.

Results

No associations were found between the studied BC clinical markers and both HRR1 and HRR2, in the present sample of non-athlete Caucasian male apparently healthy young-adults. This results were conformed when CRF was used as a control variable, to assess independent associations, as the coefficients of correlation were nearly unchanged, meaning that CRF did not exert a significant influence in the association between BC and CAC.

Discussion

Present results highlight two important issues: several coefficients of correlation over 0,5 were found, and these are usually considered to represent a strong correlation, but only when p value is lower than 0,05, which was not the case in this study; the previous issue leads us to acknowledge the importance of the calculation of sample size to reach sufficient statistical power to find significant results when they are present (avoid type II error). From this study we could conclude that additional studies should be conducted to confirm the existence or absence of an association between BC and CAC and it's independence from CRF, in non-athlete Caucasian male apparently healthy young-adults.

Keywords: Body Composition, Cardiorespiratory Fitness

5.1 - INTRODUÇÃO

O sistema Nervoso Autônomo (SNA) controla e medeia processos fisiológicos voluntários e involuntários, como a digestão, pressão arterial, regulação hormonal, metabolismo energético e frequência cardíaca, portanto é considerado um importante regulador da homeostasia.

A frequência cardíaca de recuperação após o esforço é um importante marcador de funcionamento autonómico cardíaco que reflete a reativação parassimpática em que está associada mortalidade elevada (Arena et al., 2006; Mercedes R. Carnethon et al., 2012; Cole et al., 1999; Vivekananthan et al., 2003). Uma lenta frequência cardíaca de recuperação está relacionada de forma independente com um maior risco de mortalidade, doenças cardiovasculares e metabólicas (Carnethon et al., 2012; Cole et al., 1999; Vivekananthan et al., 2003).

Em indivíduos com diabetes, a frequência cardíaca de recuperação medida até aos 5 minutos após um esforço máximo, mostrou ser preditora de forma independente de morte cardiovascular, como já referido anteriormente, um outro aspecto importante, a diabetes parece estar relacionada com uma disfunção autonómica (Cheng et al., 2003) Como tal, Cheng e seus colegas avaliaram a frequência cardíaca de recuperação, tendo concluído que o treino regular pode melhorar ou até mesmo, diminuir assim o risco de morte (Cheng et al., 2003).

A reativação vagal desempenha um papel importante na redução da frequência cardíaca de recuperação após o exercício, especialmente após os 30 segundos após o exercício (Imai et al., 1999). Lipinski e colaboradores (2004) realçam a importância dos dois primeiros minutos como preditores de doença coronária, revela ainda a importância do 3º minuto e o 5º minuto. Uma lenta frequência cardíaca de recuperação menor que 2 minutos não precede o desenvolvimento de síndrome metabólica, mas parece após a presença de componentes já existentes desencadear síndrome metabólica. A frequência cardíaca de recuperação não é apenas um indicador de ativação simpática mas sim de

interação coordenada de reativação parassimpática. Outro aspecto importante a referir é o facto de uma frequência cardíaca de recuperação lenta tem maior risco de mortalidade, mas essencialmente os dois primeiros minutos após um esforço são importantes para analisar a reativação parassimpática, quanto mais lenta neste tempo maior a probabilidade de predizer morte (Lin et al., 2008; Lipinski et al., 2004).

O desequilíbrio do sistema nervoso autónomo, incluindo a frequência cardíaca de recuperação também tem sido associado à obesidade (Esco & Williford, 2013; Lindmark et al., 2005) (Esco & Williford, 2013) (Lindmark et al., 2005). Estudos mais recentes Esco e colaboradores (2013, 2011), realçam a importância da espessura de pregas de gordura subcutânea estão relacionadas com o controlo autonómico cardíaco avaliado pela frequência cardíaca de recuperação e pela variabilidade da frequência cardíaca, concluindo que o controlo autonómico cardíaco esta associado a condição cardiorrespiratória e à composição corporal, no entanto, o somatório das pregas parece ter uma forte ligação com a frequência cardíaca de recuperação e, com a frequência cardíaca de recuperação em comparação a composição corporal medida por outros parâmetros.

Portanto, o objectivo do presente estudo vai ao encontro de estudos realizados anteriormente, com a diferença da amostra de estudo ser ligeiramente diferente, isto é com adultos jovens não atletas mas ativos incluindo também índices de composição corporal que começam a emergir na literatura. Apesar de termos observado inicialmente que a condição cardiorrespiratória é um indicador de mortalidade superior ao IMC, a forte relação entre indicadores de conteúdo e distribuição de gordura corporal e o controlo autonómico cardíaco suporta a importância da avaliação da composição corporal e a possível relação com um mecanismo patofisiológico diferenciado daquele que consegue ser estimado e controlado pela avaliação e desenvolvimento da Condição cardiorrespiratória.

5.2 - METODOLOGIA

No presente estudo , foi analisado um grupo de 12 jovens fisicamente ativos não atletas. Para avaliar a condição respiratória foram submetidos ao teste máximo de Bruce, o qual interessou a duração da prova. Para a composição corporal, foram medidos a altura, o peso, as circunferências , as pregas adiposas e os índices corporais , dos quais, índice de massa corporal, índice de adiposidade, rácio cintura anca e índice de comicidade como descritos no capítulo anterior e resumidos na tabela 4.1

Para tratamento estatística, foi utilizado o programa SPSS versão 22. A distribuição Gaussiana dos dados foi avaliada através do teste Shapiro-Wilk. Foram realizadas correlações parciais e correlações de Pierson para relacionar as variáveis controlando a composição corporal e a condição cardiorrespiratória. Os coeficientes de correlação de 0,5 foram considerados significativos, com um nível de significância de 5%.

Na tabela 5.1, refere aos dados de descrição da amostra relativamente às variáveis estudadas (média; desvio padrão; valor máximo e mínimo) . A tabela 2, estão presentes coeficientes de correlação e nível de significância para as correlações de Pierson entre controlo autonómico cardíaco (Frequência cardíaca de recuperação ao 1º e 2º min) e condição cardiorrespiratória (duração do teste). A tabela 5.3, são os coeficientes de correlação e nível de significância para as correlações de Pierson entre a composição corporal (circunferências, pregas e índices corporais) e o controlo autonómico cardíaco (frequência cardíaca de recuperação ao 1º e 2º minuto). Por ultimo, a tabela 5.4, tem coeficientes de correlação e nível de significância para correlações parciais controladas para a condição cardiorrespiratória (duração do teste) entre a composição corporal (circunferências, pregas e índices corporais) e controlo autonómico cardíaco (frequência cardíaca de recuperação ao 1º e 2º minuto).

5.3 – RESULTADOS

O presente subcapítulo apresenta os resultados obtidos com as variáveis estudadas.

TABELA 5.1 - CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA (N=12)

Variáveis	Média±sd	Min. – Máx.
Idade (anos completos)	21±1	20 – 22
Peso (kg)	75,5±9,4	63,5 – 96,6
Altura (cm)	177,5±5,7	169,0 – 186,0
CCR (seg)	762±40	711 - 842
FCR 1 (bat.)	33±9	22 – 52
FCR 2 (bat.)	56±6	48 - 70
Perímetros		
Braço (cm)	31,1±2,4	28,2 – 35,2
Cintura (cm)	80,2±4,5	72,0 – 88,9
Anca (cm)	98,0±5,4	92,0 – 109,0
Perna (cm)	37,8±2,0	33,9 – 41,0
Pregas GS		
Bicipital (mm)	4,2±1,4	2,5 – 6,5
Tricipital (mm)	10,3±3,9	5,0 – 16,0
Subscapular (mm)	11,0±3,4	7,5 – 20,0

Suprailíaca (mm)	12,8±5,8	7,0 – 25,0
Abdominal (mm)	16,3±7,7	6,0 – 30,0
Crural (mm)	14,1±5,1	5,5 – 22,0
Geminal (mm)	8,0±2,8	5,0 – 13,0

Índices Corporais

IMC (kg/m ²)	23,9±2,8	20,8 – 29,7
RCA	0,82±0,03	0,80 – 0,90
RCAIt	0,45±0,03	0,40 – 0,50
IC	1,13±0,03	1,09 – 1,19
IAC	23,5±2,7	19,4 – 29,1

Sd – desvio padrão; Min. – valor mínimo encontrado; Máx. – valor máximo encontrado; Pregas GS – pregas de gordura subcutânea; IMC – Índice de Massa Corporal; RCA – Razão Cintura-Anca; RCAIt – Razão Cintura-Altura; IC – Índice de Conicidade; IAC – Índice de Adiposidade Corporal.

TABELA 5.2 - CORRELAÇÃO ENTRE CONTROLO AUTONÓMICO E A CONDIÇÃO CARDIORRESPIRATÓRIA

Variáveis	CCR	
	r	P
FCR 1 #	0,42	0,197
FCR 2 #	0,51	0,107

CCR – Condição Cardiorespiratória; FCR 1 – Frequência Cardíaca de Recuperação ao 1º minuto após esforço máximo; FCR 2 – Frequência Cardíaca de Recuperação ao 2º minuto após esforço máximo; # - Correlação de Pierson.

TABELA 5.3 - CORRELAÇÃO ENTRE COMPOSIÇÃO CORPORAL E O CONTROLO AUTONÓMICO

Variáveis	FCR 1		FCR 2	
	r #	p	r #	p
Peso (kg)	- 0,49	0,129	- 0,21	0,543
Altura (cm)	0,03	0,939	- 0,39	0,235
Perímetros				
Braço (cm)	- 0,39	0,232	- 0,13	0,710
Cintura (cm)	- 0,31	0,357	0,08	0,815
Anca (cm)	- 0,40	0,222	- 0,14	0,677
Perna (cm)	. 0,45	0,164	- 0,08	0,814
Pregas GS				
Bicipital (mm)	- 0,07	0,842	- 0,01	0,985
Tricipital (mm)	- 0,21	0,531	- 0,06	0,874
Subscapular (mm)	- 0,34	0,309	0,02	0,960
Suprailíaca (mm)	- 0,31	0,353	0,05	0,880
Abdominal (mm)	- 0,41	0,212	- 0,15	0,665
Crural (mm)	0,08	0,806	0,18	0,607
Geminal (mm)	0,10	0,780	0,35	0,291

Índices Corporais

IMC (kg/m ²)	- 0,49	0,130	- 0,02	0,964
RCA	0,15	0,668	0,38	0,249
RCAIt	- 0,28	0,405	0,27	0,426
IC	0,58	0,064	0,50	0,120
IAC	- 0,36	0,281	0,17	0,627

FCR 1 – Frequência Cardíaca de Recuperação ao 1º minuto após esforço máximo; FCR 2 – Frequência Cardíaca de Recuperação ao 2º minuto após esforço máximo; Pregas GS – Pregas de Gordura Subcutânea; IMC – Índice de Massa Corporal; RCA – Razão Cintura-Anca; RCAIt – Razão Cintura-Altura; IC – Índice de Conicidade; IAC – Índice de Adiposidade Corporal # - Correlação de Pierson.

TABELA 5.4 – CORRELAÇÃO ENTRE COMPOSIÇÃO CORPORAL E O CONTROLO AUTONÓMICO INDEPENDENTE DA CONDIÇÃO CARDIORRESPIRATÓRIA

Variáveis	FCR 1		FCR 2	
	r #	p	r #	p
Peso (kg)	- 0,35	0,321	0,80	0,825
Altura (cm)	0,32	0,369	- 0,17	0,643
Perímetros				
Braço (cm)	- 0,32	0,369	0,15	0,966
Cintura (cm)	- 0,22	0,548	0,28	0,442
Anca (cm)	- 0,18	0,618	0,30	0,393
Perna (cm)	- 0,51	0,131	- 0,11	0,758
Pregas GS				
Bicipital (mm)	0,09	0,802	0,21	0,556

Tricipital (mm)	- 0,06	0,866	0,18	0,624
Subscapular (mm)	- 0,20	0,579	0,29	0,418
Suprailíaca (mm)	- 0,17	0,630	0,32	0,418
Abdominal (mm)	- 0,22	0,548	0,23	0,524
Crural (mm)	0,33	0,352	0,52	0,126
Geminal (mm)	0,21	0,566	0,55	0,104

Índices Corporais

IMC (kg/m ²)	- 0,45	0,190	0,10	0,776
RCA	- 0,14	0,697	0,11	0,762
RCAIt	- 0,32	0,370	0,30	0,400
IC	0,52	0,127	0,41	0,234
IAC	- 0,32	0,369	0,30	0,401

FCR 1 – Frequência Cardíaca de Recuperação ao 1º minuto após esforço máximo; FCR 2 – Frequência Cardíaca de Recuperação ao 2º minuto após esforço máximo; Pregas GS – Pregas de Gordura Subcutânea; IMC – Índice de Massa Corporal; RCA – Razão Cintura-Anca; RCAIt – Razão Cintura-Altura; IC – Índice de Conicidade; IAC – Índice de Adiposidade Corporal # - Correlação Parcial, controlada para a Condição Cardiorrespiratória (duração da prova de esforço máximo).

5.4 – Discussão

De acordo com o nosso conhecimento, a maioria dos estudos que relacionam a composição corporal com o controlo autonómico cardíaco incidem em sujeitos com algum tipo de patologia. A maioria da bibliografia consultada incide em sujeitos com problemas clínicos. Na nossa amostra, os sujeitos eram todos jovens aparentemente saudáveis. Apresentavam um perfil de composição corporal favorável de acordo com vários indicadores, nomeadamente um IMC inferior a 25kg/m² e um perímetro de cintura inferior a 102 cm, sendo este último um bom indicador a nível abdominal para avaliar a obesidade central podendo dar origem a doenças cardiovasculares ou até mortalidade (Ashwell et al., 2012)(World Health Organization, 2011). Este perfil favorável de composição corporal é corroborado pelo bom desempenho do controlo autonómico cardíaco avaliado através da FCR ao 1º e 2º minuto, isto porque, a FC é controlada primariamente pela atividade direta do SNA através dos seus ramos simpático e parassimpático sobre a auto-ritmicidade do nóculo sinusal, com a predominância da atividade vagal (parassimpática). Tudo isto acontece após um esforço máximo o qual pode ser avaliado através da frequência cardíaca de recuperação, o que evidencia uma boa reativação do sistema nervoso parassimpático neste caso (Almeida & Araújo, 2003)(Aubert et al., 2003)(Myers et al., 2009) reforçando o prognóstico de saúde favorável já mencionado. Alguns estudos evidenciam que uma frequência cardíaca de recuperação mais lenta ocorre em sujeitos com um IMC mais elevado (Arena et al., 2006)(Cheng et al., 2003).

Não obtendo dados significativos nos resultados, mas valores de r (coeficiente de correlação) acima de 0,5 leva-nos a interpretar que a associação entre a composição corporal e o controlo autonómico cardíaco só seja visível ou mais evidente quando estes se encontram alterados e o perfil metabólico menos favorável se caracterize por uma maior interatividade entre o funcionamento de adipócitos com maior conteúdo lipídico e eventualmente hipertrofiados (Kreier & Buijs, 2007).

Um dado importante a realçar são as correlações positivas com o índice de comicidade ser próximo de 0,5, apresentando uma correlação positiva (0,58), Esco e seus colaboradores usam principalmente pregas subcutâneas do tronco incluindo abdominal, o que pode reforçar a importância da composição corporal central no funcionamento autonómico cardíaco (Esco & Williford, 2013).

Um estudo recente, relata que o somatório das pregas de gordura subcutânea representa maior variância da frequência cardíaca de recuperação ao primeiro e segundo minuto, em comparação com o IMC, circunferência da cintura e consumo máximo de oxigénio, aqui não se verificaram diferenças significativas, muito provavelmente o tamanho da amostra é reduzido, na maioria da bibliografia consultada são superiores a 30, esta será uma das causas que podemos destacar para a não obtenção de resultados significativos (Mercedes R. Carnethon et al., 2012)(Davrath et al., 2006)(Esco et al., 2011). Os materiais utilizados são de terreno, esta será uma fragilidade no estudo, apesar de muitos estudos referirem a importância da utilização de métodos de terreno (Arrese & Ostáriz, 2006)(Motamed et al., 2015) talvez ao utilizarmos outros materiais de recolha de dados poderíamos obter resultados mais significativos. A frequência cardíaca de recuperação está relacionado com a circunferência da cintura e com o somatório das pregas, assim sendo, olhando para o índice de comicidade reforça a importância da utilidade da aptidão cardiorrespiratória e medidas simples de composição corporal na previsão de doenças cardiovasculares (Esco et al., 2011). A análise de gases também seria uma alternativa para medir o VO2max na nossa amostra para calcular a condição cardiorrespiratória no entanto, a frequência cardíaca de recuperação no 1º minuto parece ser mais relevante que ao segundo, levando-se a acreditar que efetivamente são jovens ativos.

Contudo, são apenas especulações que tem de ser confirmadas em estudos futuros. Apesar de não apresentar resultados semelhantes de estudos anteriores, também não os põe em causa considerando as diferenças consideráveis nas amostras, instrumentos e métodos utilizados em outros estudos. Não deixa de ser

um tema pertinente da atualidade apesar dos resultados obtidos, reforçando assim mais estudos de forma a identificar melhores ferramentas para diagnóstico de terreno e melhores alvos para promover saúde.

CAPITULO 6 – CONCLUSÕES

No presente capítulo, seguem as conclusões do presente trabalho. Este é constituído por um breve resumo do estudo realizado, onde incidem as suas limitações , as conclusões e ainda as recomendações para investigações futuras.

Após a recolha de dados e tratamento estatístico efetuado deparamo-nos com alguns resultados que suscitam algum interesse para estudos futuros. Apesar dos resultados não serem significativos, existem conclusões gerais que podemos retirar. A dimensão corporal parece estar relacionada com a condição cardiorrespiratória, mas indicadores mais específicos de composição corporal parecem não estar. Este é um dado importante a salientar uma vez que indicadores comuns de composição corporal parecem não apresentar tanta rigidez nos resultados. No estudo 1, verificamos que existe uma grande importância na utilização de índices corporais principalmente no índice de razão cintura anca que parece ser um bom indicador.

A relação da composição corporal com mecanismos de promoção da saúde ou da etiologia de distúrbios metabólicos, doença cardiovascular associados podem resultar de um mecanismo patofisiológico distinto daquele que está associado à condição cardiorrespiratória contudo isto requer confirmação. A avaliação da composição corporal no presente estudo parece ser determinante para além da avaliação da condição cardiorrespiratória.

Na realização do presente estudo, deparamo-nos com alguns entraves, o tamanho da nossa amostra deve ser corrigido, isto é , em investigações futuras devemos ter uma amostra de tamanho maior. Uma das causas de termos obtido resultados com nível de significância considerável, pode ser mesmo pelo facto de ser reduzida, sendo assim, um tamanho maior da amostra poderá confirmar os dados obtidos. Outra limitação a qual nos deparamos no decorrer da realização do estudo,

foi a carga mecânica. Esta não foi avaliada na realização do teste máximo por parte da amostra recolhida. Não sabemos se interromperam o teste por terem atingido o esforço máximo ou se foi por cansaço fisco acumulado a nível dos membros inferiores, isto transporta-nos para que o tempo de prova ou a duração da prova pode ter influenciado por outros fatores. Apresenta-se um estudo com algumas particularidades interessantes e que carecem de mais investigação no futuro. Os resultados obtidos são bastante interessantes e carecem de mais investigação uma vez que outros índices corporais parecem oferecer dados bastantes interessantes os tradicionais índices, tendo estes uma vantagem são de materiais de terreno o que torna mais fácil a sua recolha no entanto, ao invés de utilizar os mesmos materiais tentar realizar o teste não apenas numa passadeira mas também num outro ergómetro como por exemplo uma bicicleta e comparar os resultados.

Capítulo 7 – BIBLIOGRAFIA

- ACSM. (2013). *ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription* (9th edition). Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins.
- Almeida, M. B., & Araújo, C. G. S. (2003). Efeitos do treinamento aeróbico sobre a frequência cardíaca. *Rev Bras Med Esporte*, 9(2), 104–12.
- Arena, R., Guazzi, M., Myers, J., & Peberdy, M. A. (2006). Prognostic value of heart rate recovery in patients with heart failure. *American Heart Journal*, 151(4), 851.e7-851.e13.
- Arrese, A. L., Badillo, G., & Ostáriz, E. S. (2005). Differences in skinfold thicknesses and fat distribution among top-class runners. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 45, 512–517.
- Arrese, A. L., & Ostáriz, E. S. (2006). Skinfold thicknesses associated with distance running performance in highly trained runners. *Journal of Sports Sciences*, 24(1), 69–76.
- Ashwell, M., Gunn, P., & Gibson, S. (2012). Waist-to-height ratio is a better screening tool than waist circumference and BMI for adult cardiometabolic risk factors: systematic review and meta-analysis: Waist-to-height ratio as a screening tool. *Obesity Reviews*, 13(3), 275–286.
- Aubert, A. E., Seps, B., & Beckers, F. (2003). Heart rate variability in athletes. *Sports Medicine*, 33(12), 889–919.

Nuno Pimenta 28/10/17 14:08

Comment [1]: Corrigir referencias bibliográficas. Algumas delas aparecem na bibliografia com informação a mais, nomeadamente sites de internet e afins!!! Esta informação deve ser corrigida para aparecer corretamente e bem formatada no documento.

-
- Barry, V. W., Baruth, M., Beets, M. W., Durstine, J. L., Liu, J., & Blair, S. N. (2014). Fitness vs. Fatness on All-Cause Mortality: A Meta-Analysis. *Progress in Cardiovascular Diseases*, 56(4), 382–390.
- Bergman, R. N., Stefanovski, D., Buchanan, T. A., Sumner, A. E., Reynolds, J. C., Sebring, N. G., ... Watanabe, R. M. (2011). A Better Index of Body Adiposity. *Obesity*, 19(5), 1083–1089.
- Berrington de Gonzalez, A., Hartge, P., Cerhan, J. R., Flint, A. J., Hannan, L., MacInnis, R. J., ... others. (2010). Body-mass index and mortality among 1.46 million white adults. *New England Journal of Medicine*, 363(23), 2211–2219.
- Blair, S. N., Kohl III, H. H., Paffenbarger, R. S., Clark, D., Cooper, K. J., & Larry, G. (1989). Physical Activity and All-cause Mortality: A Prospective Study of Healthy Men and Women. *JAMA*, 262, 2395–2401.
- Browning, L. M., Hsieh, S. D., & Ashwell, M. (2010). A systematic review of waist-to-height ratio as a screening tool for the prediction of cardiovascular disease and diabetes: 0.5 could be a suitable global boundary value. *Nutrition Research Reviews*, 23(2), 247–269.
- Bruce, R. A. (1971). Exercise testing of patients with coronary heart disease. Principles and normal standards for evaluation. *Ann Clin Res*, 3(6), 323–332.
- Brunetto, A. F., Roseguini, B. T., Silva, B. M., Hirai, D. M., & Guedes, D. P. (2005). Respostas autonômicas cardíacas à manobra de tilt em adolescentes obesos. *Rev Assoc Med Bras*, 51(5), 256–60.

-
- Caitano Fontela, P., Winkelmann, E. R., & Nazario Viegas, P. R. (2017). Estudo do índice de conicidade, índice de massa corporal e circunferência abdominal como preditores de doença arterial coronariana. *Revista Portuguesa de Cardiologia*, 36(5), 357–364.
- Callaway, C. W., Chumlea, W. C., Boucard, C., Himes, J. H., Lohman, T. G., Martin, A. D., ... Seefeldt, V. D. (1988). Circumferences. In T. G. Lohman, A. F. Roche, & R. Martorell (Eds.), *Anthropometric Standardization Reference Manual* (pp. 39–54). Champaign: Human Kinetics.
- Campeiz, J. M., de Oliveira, P. R., & Maia, G. B. M. (2007). Análise de variáveis aeróbias e antropométricas de futebolistas profissionais, juniores e juvenis. *Conexões*, 2(1).
- Carnethon, M. R., Sternfeld, B., Liu, K., Jacobs, D. R. . J., Schreiner, P. J., Williams, O. D., ... Sidney, S. (2012). Correlates of heart rate recovery over 20 years in a healthy population sample. *Med Sci Sports Exerc*, 44(2), 273–279.
- Carnethon, M. R., Sternfeld, B., Liu, K., Jacobs Jr, D. R., Schreiner, P. J., Williams, O. D., ... Sidney, S. (2012). Correlates of Heart Rate Recovery over 20 Years in a Healthy Population Sample: *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 44(2), 273–279.
- CDC. (2007). *National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES): Anthropometry Procedures Manual*. Atlanta, GA: Centers for Disease Control and Prevention.
- Chacko, K. M., Bauer, T. A., Dale, R. A., Dixon, J. A., Schrier, R. W., & Estacio, R. O. (2008). Heart Rate Recovery Predicts Mortality and Cardiovascular

Events in Patients with Type 2 Diabetes: *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 40(2), 288–295.

Chan, D., Watts, G., Barrett, P., & Burke, V. (2003). Waist circumference, waist-to-hip ratio and body mass index as predictor of adipose tissue compartments in men. *QJM*, 96(6), 441–447.

Cheng, Y. J., Lauer, M. S., Earnest, C. P., Church, T. S., Kampert, J. B., Gibbons, L. W., & Blair, S. N. (2003). Heart rate recovery following maximal exercise testing as a predictor of cardiovascular disease and all-cause mortality in men with diabetes. *Diabetes Care*, 26(7), 2052–2057.

Cole, C. R., Blackstone, E. H., Pashkow, F. J., Snader, C. E., & Lauer, M. S. (1999). Heart-rate recovery immediately after exercise as a predictor of mortality. *New England Journal of Medicine*, 341(18), 1351–1357.

Coutinho, T., Goel, K., Corrêa de Sá, D., Kragelund, C., Kanaya, A. M., Zeller, M., ... Lopez-Jimenez, F. (2011). Central Obesity and Survival in Subjects With Coronary Artery Disease. *Journal of the American College of Cardiology*, 57(19), 1877–1886.

CSEP. (2010). *The Canadian Physical Activity, Fitness and Lifestyle Approach*. Vancouver: Canadian Society of Exercise Physiology.

CSEP. (2013). *Canadian Society for Exercise Physiology-Physical Activity Training for Health (CSEP-PATH)*. Ottawa, ON.: Canadian Society for Exercise Physiology.

-
- Daanen, H. A., Lamberts, R. P., Kallen, V. L., Jin, A., Van Meeteren, N. L., & others. (2012). A systematic review on heart-rate recovery to monitor changes in training status in athletes.
- Davrath, L. R., Akselrod, S., Pinhas, I., Toledo, E., Beck, A., Elian, D., & Scheinowitz, M. (2006). Evaluation of Autonomic Function Underlying Slow Postexercise Heart Rate Recovery: *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 38(12), 2095–2101.
- Després, J.-P. (2011). Excess Visceral Adipose Tissue/Ectopic Fat. *Journal of the American College of Cardiology*, 57(19), 1887–1889.
- Di Lorenzo, N., Servidio, M., Di Renzo, L., Orlandi, C., Coscarella, G., Gaspari, A., & De Lorenzo, A. (2006). Is digital image plethysmographic (DIP) acquisition a valid new tool for preoperative body composition assessment? A validation by dual-energy X-ray absorptiometry. *Obesity Surgery*, 16(5), 560–566.
- Diaz, L. A., Brunken, R. C., Blackstone, E. H., Snader, C. E., & Lauer, M. S. (2001). Independent contribution of myocardial perfusion defects to exercise capacity and heart rate recovery for prediction of all-cause mortality in patients with known or suspected coronary heart disease. *Journal of the American College of Cardiology*, 37(6), 1558–1564.
- Do Lee, C., Blair, S. N., & Jackson, A. S. (1999). Cardiorespiratory fitness, body composition, and all-cause and cardiovascular disease mortality in men. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 69(3), 373–380.

-
- Esco, M. R., Herron, R. L., Carter, S. J., & Flatt, A. A. (2013). Association of Body Composition and Aerobic Fitness on Heart Rate Variability and Recovery in Young-Adult Black Men. *International Journal of Clinical Medicine*, 4(12), 532–538.
- Esco, M. R., & Williford, H. N. (2013). Relationship between post-exercise heart rate variability and skinfold thickness. *SpringerPlus*, 2(1), 1.
- Esco, M. R., Williford, H. N., & Olson, M. S. (2011). Skinfold thickness is related to cardiovascular autonomic control as assessed by heart rate variability and heart rate recovery. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(8), 2304–2310.
- Fletcher, G. F., Ades, P. A., Kligfield, P., Arena, R., Balady, G. J., Bittner, V. A., ... on behalf of the American Heart Association Exercise, Cardiac Rehabilitation, and Prevention Committee of the Council on Clinical Cardiology, Council on Nutrition, Physical Activity and Metabolism, Council on Cardiovascular and Stroke Nursing, and Council. (2013). Exercise Standards for Testing and Training: A Scientific Statement From the American Heart Association. *Circulation*, 128(8), 873–934.
- Gellish, R. L., Goslin, B. R., Olson, R. E., McDONALD, A., Russi, G. D., & Moudgil, V. K. (2007). Longitudinal Modeling of the Relationship between Age and Maximal Heart Rate: *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 822–829.
- Gerritsen, J., Dekker, J. M., TenVoorde, B. J., Kostense, P. J., Heine, R. J., Bouter, L. M., ... Stehouwer, C. D. (2001). Impaired autonomic function is associated with increased mortality, especially in subjects with diabetes,

hypertension, or a history of cardiovascular disease the Hoorn study.

Diabetes Care, 24(10), 1793–1798.

Gordon, C. C., Chumlea, W. C., & Roche, A. F. (1988). Stature, Recumbent Length, and Weight. In T. G. Lohman, A. F. Roche, & R. Martorell (Eds.), *Anthropometric Standardization Reference Manual* (Abridged Edition, pp. 3–8). Champaign: Human Kinetics.

Gruson, E., Montaye, M., Kee, F., Wagner, A., Bingham, A., Ruidavets, J.-B., ... Dallongeville, J. (2010). Anthropometric assessment of abdominal obesity and coronary heart disease risk in men: the PRIME study. *Heart*, 96(2), 136–140.

Guedes, D. P., & Guedes, J. E. R. P. (1998). Body fat distribution, blood pressure and plasma lipids and lipoprotein levels. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, 70(2), 93–98.

Guyton, A. C., & Hall, J. E. (2006). *Textbook of medical physiology* (11th ed). Philadelphia: Elsevier Saunders.

Han, T., van Leer, E., Seidell, J. C., & Lean, M. (1995). Waist circumference action levels in the identification of cardiovascular risk factors: prevalence study in a random sample. *BMJ*, 311, 1401–1405.

Harrison, G. G., Buskirk, E. R., Carter, J. E. L., Johnston, F. E., Lohman, T. G., Pollock, M. L., ... Wilmore, J. H. (1988). Skinfold Thicknesses and Measurement Technique. In T. G. Lohman, A. F. Roche, & R. Martorell (Eds.), *Anthropometric Standardization Reference Manual* (pp. 55–80). Champaign: Human Kinetics.

-
- Hart, N. H., Nimphius, S., Spiteri, T., Cochrane, J. L., & Newton, R. U. (2016). Relationship between Leg Mass, Leg Composition and Foot Velocity on Kicking Accuracy in Australian Football. *Journal of Sports Science & Medicine*, 15(2), 344.
- Hautala, A. J. (2006). Heart rate recovery after maximal exercise is associated with acetylcholine receptor M2 (CHRM2) gene polymorphism. *AJP: Heart and Circulatory Physiology*, 291(1), H459–H466.
- Hautala, A. J., Kiviniemi, A. M., & Tulppo, M. P. (2009). Individual responses to aerobic exercise: The role of the autonomic nervous system. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 33(2), 107–115.
- Heymsfield, S. B., Martin-Nguyen, A., Fong, T. M., Gallagher, D., & Pietrobelli, A. (2008). Body circumferences: clinical implications emerging from a new geometric model. *Nutrition & Metabolism*, 5(1), 24.
- Heyward, V., & Wagner, D. R. (2004). *Applied Body Composition Assessment*. Champaign: Human Kinetics.
- Hsieh, S. D., & Yoshinaga, H. (1995). Waist/height ratio as a simple and useful predictor of coronary heart disease risk factors in women. *Internal Medicine*, 34(12), 1147–1152.
- Imai, K., Sato, H., Hori, M., Hideo, K., Ozaki, H., Yokoyama, H., ... Kamada, T. (1999). Vagally mediated heart rate recovery after exercise is accelerated in athletes but blunted in patients with chronic heart failure. *JACC*, 24(6), 1529–1535.

-
- Janssen, I., Heymsfield, S. B., Allison, D. B., Kotler, D. P., & Ross, R. (2002). Body mass index and waist circumference independently contribute to the prediction of nonabdominal, abdominal subcutaneous, and visceral fat. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 75(4), 683–688.
- Kenchaiah, S., Evans, J. C., Levy, D., Wilson, P. W., Benjamin, E. J., Larson, M. G., ... Vasan, R. S. (2002). Obesity and the risk of heart failure. *New England Journal of Medicine*, 347(5), 305–313.
- Keys, A., Fidanza, F., Karvonen, M. J., Kimura, N., & Taylor, H. L. (2014). Indices of relative weight and obesity. *International Journal of Epidemiology*, 43(3), 655–665.
- Kim, H. J., Kim, H. J., Lee, K. E., Kim, D. J., Kim, S. K., Ahn, C. W., ... others. (2004). Metabolic significance of nonalcoholic fatty liver disease in nonobese, nondiabetic adults. *Archives of Internal Medicine*, 164(19), 2169–2175.
- Kissebah, A. H., & Krakower, G. R. (1994). Regional adiposity and morbidity. *Physiological Reviews*, 74(4), 761–811.
- Klein, S., Allison, D., Heymsfield, S., Kelly, D., Leibel, R., Nonas, C., & Kahn, R. (2007). Waist Circumference and Cardiometabolic Risk: A Consensus Statement from Shaping America's Health: Association for Weight Management and Obesity Prevention; NAASO, The Obesity Society; the American Society for Nutrition; and the American Diabetes Association. *Obesity*, 15, 1061–1067.
- Knechtle, B., Barandun, Knechtle, Klipstein, Rüst, Rosemann, T., & Lepers, R. (2012). Running speed during training and percent body fat

predict race time in recreational male marathoners. *Open Access Journal of Sports Medicine*, 51.

Kodama, S., Saito, K., Tanaka, S., Maki, M., Yachi, Y., Asumi, M., ... Sone, H. (2009).

Cardiorespiratory Fitness as a Quantitative Predictor of All-Cause Mortality and Cardiovascular Events in Healthy Men and Women A Meta-analysis. *JAMA*, 301(19), 2024–2035.

Kreier, F., & Buijs, R. M. (2007). Evidence for parasympathetic innervation of white adipose tissue, clearing up some vagaries. *AJP: Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 293(1), R548–R549.

Kruger, J., Galuska, D. A., Serdula, M. K., & Jones, D. A. (2004). Attempting to lose weight. *American Journal of Preventive Medicine*, 26(5), 402–406.

Lahti-Koski, M., Männistö, S., Pietinen, P., & Vartiainen, E. (2005). Prevalence of weight cycling and its relation to health indicators in Finland. *Obesity Research*, 13(2), 333–341.

Lear, S., James, P., Ko, G., & Kumanyika, S. (2009). Appropriateness of waist circumference and waist-to-hip ratio cutoffs for different ethnic groups. *European Journal of Clinical Nutrition*, 64(1), 42–61.

Legaz, A. (2005). Changes in performance, skinfold thicknesses, and fat patterning after three years of intense athletic conditioning in high level runners. *British Journal of Sports Medicine*, 39(11), 851–856.

Lin, L.-Y., Kuo, H.-K., Lai, L.-P., Lin, J.-L., Tseng, C.-D., & Hwang, J.-J. (2008). Inverse Correlation Between Heart Rate Recovery and Metabolic Risks in Healthy

Children and Adolescents Insight from the National Health and Nutrition Examination Survey 1999–2002. *Diabetes Care*, 31(5), 1015–1020.

Lindmark, S., Lönn, L., Wiklund, U., Tufvesson, M., Olsson, T., & Eriksson, J. W. (2005). Dysregulation of the autonomic nervous system can be a link between visceral adiposity and insulin resistance. *Obesity Research*, 13(4), 717–728.

Lipinski, M. J., Vetrovec, G. W., & Froelicher, V. F. (2004a). Importance of the first two minutes of heart rate recovery after exercise treadmill testing in predicting mortality and the presence of coronary artery disease in men. *The American Journal of Cardiology*, 93(4), 445–449.

Lipinski, M. J., Vetrovec, G. W., & Froelicher, V. F. (2004b). Importance of the first two minutes of heart rate recovery after exercise treadmill testing in predicting mortality and the presence of coronary artery disease in men. *The American Journal of Cardiology*, 93(4), 445–449.

Lohman, T. G., Roche, A. F., & Martorell, R. (1988). *Anthropometric Standardization Reference Manual*. Champaign: Human Kinetics.

Magalhães, N. M. Q. P. de. (2014). *Body composition in non-alcoholic fatty liver disease patients* (Doutoramento). Universidade de Lisboa, Cruz Quebrada.

Mason, C., Craig, C. L., & Katzmarzyk, P. T. (2008). Influence of Central and Extremity Circumferences on All-cause Mortality in Men and Women. *Obesity*, 16(12), 2690–2695.

McGill, H. C. (2002). Obesity Accelerates the Progression of Coronary Atherosclerosis in Young Men. *Circulation*, 105(23), 2712–2718.

-
- McGuire, K. A., & Ross, R. (2010). Revised Protocol for Measurement of Waist Circumference. In CSEP (Ed.), *Canadian physical activity, fitness and lifestyle approach* (3rd ed., pp. 13–14). Ottawa, Ont.: Canadian Society for Exercise Physiology.
- Mooses, M., Jürimäe, J., Mäestu, J., Purge, P., Mooses, K., & Jürimäe, T. (2013). Anthropometric and physiological determinants of running performance in middle-and long-distance runners. *Kineziologija*, *45*(2), 154–162.
- Motamed, N., Perumal, D., Zamani, F., Ashrafi, H., Haghjoo, M., Saeedian, F. S., ... Asouri, M. (2015). Conicity Index and Waist-to-Hip Ratio Are Superior Obesity Indices in Predicting 10-Year Cardiovascular Risk Among Men and Women: Obesity indices and 10-year CV risk. *Clinical Cardiology*, *38*(9), 527–534.
- Myers, J., Arena, R., Franklin, B., Pina, I., Kraus, W. E., McInnis, K., ... on behalf of the American Heart Association Committee on Exercise, Cardiac Rehabilitation, and Prevention of the Council on Clinical Cardiology, the Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism, and the Council on Cardiovascular Nursing. (2009). Recommendations for Clinical Exercise Laboratories: A Scientific Statement From the American Heart Association. *Circulation*, *119*(24), 3144–3161.
- Neto, A. P., & de Castro César, M. (2006). Body composition assessment in male basketball players in Brazilian National Basketball League 2003. *Brazilian Journal of Kinanthropometry and Human Performance*, *7*(1), 35–44.

-
- NIH. (1994). Plan and operation of the Third National Health and Nutrition Examination Survey, 1988-94. Series 1: programs and collection procedures. *Vital and Health Statistics. Ser. 1, Programs and Collection Procedures*, (32), 1-407.
- Nishida, C., Ko, G. T., & Kumanyika, S. (2010). Body fat distribution and noncommunicable diseases in populations: overview of the 2008 WHO Expert Consultation on Waist Circumference and Waist-Hip Ratio. *European Journal of Clinical Nutrition*, 64(1), 2-5.
- Nóbrega, A. C. L. da, Freitas, E. V. de, Oliveira, M. A. B. de, Leitão, M. B., Lazzoli, J. K., Nahas, R. M., ... others. (1999). Posicionamento oficial da Sociedade Brasileira de Medicina do Esporte e da Sociedade Brasileira de Geriatria e Gerontologia: atividade física e saúde no idoso. *Revista Brasileira de Medicina Do Esporte*, 5(6), 207-211.
- O'Brien, K., Venn, B. J., Perry, T., Green, T. J., Aitken, W., Bradshaw, A., & RuthThomson. (2007). Reasons for wanting to lose weight: different strokes for different folks. *Eating Behaviors*, 8(1), 132-135.
- Okutucu, S., Aparci, M., Sabanoglu, C., Karakulak, U. N., Aksoy, H., Ozturk, C., ... Oto, A. (2013). Assessment of cardiac autonomic functions by heart rate recovery indices in patients with myocardial bridge. *Cardiology Journal*.
- Osiecki, R., Glir, F. G., Fornaziero, A. M., Cunha, R. C., & Dourado, A. C. (2008). Parâmetros antropométricos e fisiológicos de atletas profissionais de futebol. *Revista Da Educação Física/UEM*, 18(2), 177-182.

-
- Peterson, M. J., Czerwinski, S. A., & Siervogel, R. M. (2003). Development and validation of skinfold-thickness prediction equations with a 4-compartment model. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 77(5), 1186–1191.
- Pierpont, G. L., Stolpman, D. R., & Gornick, C. C. (2000). Heart rate recovery post-exercise as an index of parasympathetic activity. *Journal of the Autonomic Nervous System*, 80(3), 169–174.
- Poirier, P. (2007). Adiposity and cardiovascular disease: are we using the right definition of obesity? *European Heart Journal*, 28(17), 2047–2048.
- Ross, R., Berentzen, T., Bradshaw, A. J., Janssen, I., Kahn, H. S., Katzmarzyk, P. T., ... Després, J.-P. (2008). Does the relationship between waist circumference, morbidity and mortality depend on measurement protocol for waist circumference? *Obesity Reviews*, 9(4), 312–325.
- Schmidt, P. K., & Carter, J. E. L. (1990). Static and Dynamic Differences among Five Types of Skinfold Calipers. *Human Biology*, 62(3), 369–388.
- Shah, B. N. (2013). On the 50th anniversary of the first description of a multistage exercise treadmill test: re-visiting the birth of the “Bruce protocol.” *Heart*, 99(24), 1793–1794.
- Shetler, K., Marcus, R., Froelicher, V. F., Vora, S., Kalisetti, D., Prakash, M., ... Myers, J. (2001). Heart rate recovery: validation and methodologic issues. *Journal of the American College of Cardiology*, 38(7), 1980–1987.
- Shidfar, F., Alborzi, F., Salehi, M., & Nojomi, M. (2012). Association of waist circumference, body mass index and conicity index with cardiovascular

risk factors in postmenopausal women: cardiovascular topic.
Cardiovascular Journal Of Africa, 23(8), 442–445.

Shier, D., Butler, J., & Lewis, R. (2007). *Hole's human anatomy & physiology* (11th ed). Dubuque, IA: McGraw-Hill.

Smalley, K. J., Knerr, A. N., Kendrick, Z. V., Colliver, J. A., & Owen, O. E. (1990). Reassessment of body mass indices. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 52(3), 405–408.

Stewart, A., Marfell-Jones, M., Olds, T., & de Ridder, H. (2011). *International standards for anthropometric assessment* (ISAK). Lower Hutt, New Zealand: ISAK.

Sung, J., Choi, Y.-H., & Park, J. B. (2006). Metabolic syndrome is associated with delayed heart rate recovery after exercise. *Journal of Korean Medical Science*, 21(4), 621–626.

Ta, M. T. T., Nguyen, K. T., Nguyen, N. D., Campbell, L. V., & Nguyen, T. V. (2010). Identification of undiagnosed type 2 diabetes by systolic blood pressure and waist-to-hip ratio. *Diabetologia*, 53(10), 2139–2146.

Taylor, R. W., Jones, I. E., Williams, S. M., & Goulding, A. (2000). Evaluation of waist circumference, waist-to-hip ratio, and the conicity index as screening tools for high trunk fat mass, as measured by dual-energy X-ray absorptiometry, in children aged 3–19 y. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 72(2), 490–495.

Tchernof, A., & Despres, J.-P. (2013). Pathophysiology of Human Visceral Obesity: An Update. *Physiological Reviews*, 93(1), 359–404.

-
- Valdez, R., Seidell, J. C., Ahn, Y. I., & Weiss, K. M. (1993). A new index of abdominal adiposity as an indicator of risk. (n.d.).
- Van Der Kooy, K., Leenen, R., Seidell, J. C., Deurenberg, P., & Visser, M. (1993). Abdominal diameters as indicators of visceral fat: comparison between magnetic resonance imaging and anthropometry. *British Journal of Nutrition*, *70*(1), 47–58.
- Vanderlei, L. C. M., Pastre, C. M., Hoshi, R. A., Carvalho, T. D. de, & Godoy, M. F. de. (2009). Noções básicas de variabilidade da frequência cardíaca e sua aplicabilidade clínica. *Rev Bras Cir Cardiovasc*, *24*(2), 205–17.
- Vaquera, A., Santos, S., Villa, J. G., Morante, J. C., & García-Tormo, V. (2015). Anthropometric Characteristics of Spanish Professional Basketball Players. *Journal of Human Kinetics*, *46*(1).
- Vivekananthan, D. P., Blackstone, E. H., Pothier, C. E., & Lauer, M. S. (2003a). Heart rate recovery after exercise is a predictor of mortality, independent of the angiographic severity of coronary disease. *Journal of the American College of Cardiology*, *42*(5), 831–838.
- Vivekananthan, D. P., Blackstone, E. H., Pothier, C. E., & Lauer, M. S. (2003b). Heart rate recovery after exercise is a predictor of mortality, independent of the angiographic severity of coronary disease. *Journal of the American College of Cardiology*, *42*(5), 831–838.
- Wang, Z.-M., Pierson, R. N., & Heymsfield, S. B. (1992). The five-level model: a new approach to organizing body-composition research. *The American Journal of Clinical Nutrition*, *56*(1), 19–28.

Winter, E. M., & Hamley, E. J. (1976). Sub maximal oxygen uptake related to fat free mass and lean leg volume in trained runners. *British Journal of Sports Medicine*, 10(4), 223-225.

World Health Organization. (1995). *WHO_TRS_854.pdf*.

World Health Organization. (2011). *Waist circumference and waist-hip ratio: report of a WHO expert consultation, Geneva, 8-11 December 2008*. Geneva: World Health Organization.

Zafeiridis, A., Sarivasiliou, H., Dipla, K., & Vrabas, I. S. (2010). The effects of heavy continuous versus long and short intermittent aerobic exercise protocols on oxygen consumption, heart rate, and lactate responses in adolescents. *European Journal of Applied Physiology*, 110(1), 17-26.