

M 2013



Influência da Acupunctura na Remoção do Lactato após Prova de Esforço Máximo – Desenho de Estudo e Estudos de Caso

Diogo Augusto de Brito Bernardo

TESE DE Mestrado Apresentada
ao Instituto de Ciências Biomédicas Abel Salazar
da Universidade do Porto em

Medicina Tradicional Chinesa

Diogo Augusto de Brito Bernardo

Influência da Acupuntura na Remoção do Lactato após Prova de Esforço Máximo – Desenho de Estudo e Estudos de Caso

Dissertação de Candidatura ao Grau de
Mestre em Medicina Tradicional Chinesa
submetida ao Instituto de Ciências
Biomédicas Abel Salazar da Universidade do
Porto

Orientador – Doutor António Moreira

Categoria – Professor Adjunto

Afiliação – Escola Superior de Desporto de Rio
Maior do Instituto Politécnico de Santarém

Co-Orientador – Doutor Henry J. Greten

Categoria – Professor Associado

Afiliação – Instituto de Ciências Biomédicas
Abel Salazar, Universidade do Porto

Co-Orientador – Doutor Jorge Machado

Categoria – Professor Associado

Afiliação – Instituto de Ciências Biomédicas
Abel Salazar, Universidade do Porto

Dedicatória

Ao meu querido avô Augusto, que apesar de todos os esforços e coragem não resistiu tempo suficiente para ver o clínico no qual me tornei

À minha avó por toda a força e apoio

Aos meus pais que acreditaram em mim a toda a hora e realizaram o meu sonho e tornando tudo isto possível

Ao meu irmão e à minha namorada que disseram “presente” e me encorajaram em todos os momentos essenciais deste meu percurso, principalmente nos mais difíceis não me deixando desistir nem nas situações em que tudo parecia perdido

A todos eles, do fundo do meu coração

O meu MUITO OBRIGADO

Agradecimentos

Ao meu grande amigo e orientador Professor Doutor António Moreira, por toda a hospitalidade, cordialidade e apoio, pela sua confiança quando eu tive que forçosamente mudar o meu tema em tempo recorde e constante disponibilidade que demonstrou ao longo da elaboração do estudo

Ao Professor Doutor Jorge Machado, à minha amiga Maria João Carvalho e ao Nuno Correia que estiveram sempre disponíveis para me ajudar, sempre com uma forte palavra de encorajamento

Ao António Seica, ao Leonel Duarte, ao Renato Oliveira e ao Nuno Morais que são um quarteto de amigos “impecáveis”

Ao Professor Doutor Henry Greten por me ter mudado, mostrado a mudança e dado a conhecer as fases, a constituição, o Yin, o Yang, o xue, o qi, o shen e a forma como tudo se integra e deve relacionar harmoniosamente na regulação humana

A todos eles, do fundo do meu coração

O meu MUITO OBRIGADO

Resumo

A intensidade do esforço físico pode ser avaliada através da percentagem da capacidade máxima individual, que pode ser calculada através da frequência cardíaca, utilização de oxigénio ou contracção muscular voluntária máximas, condições que podem promover a instalação de fadiga.

Um dos factores responsáveis pela diminuição do rendimento na contracção muscular pode ser atribuído ao aumento da concentração de ácido láctico pós-esforço. Considera-se que a fadiga advém da acumulação de ácido láctico, resultando na diminuição do pH na fibra muscular e na conseqüente diminuição da actividade enzimática. Este processo metabólico está frequentemente associado à glicólise anaeróbia, motivo pelo qual o ácido láctico é considerado um problema decorrente de exercícios de alta intensidade. Foi sugerido que a acupunctura pode promover a remoção do lactato, o aumento da microcirculação e a regeneração de tecidos.

Objectivos

Este estudo pretende investigar os potenciais efeitos da acupunctura na estimulação da capacidade de remoção de ácido láctico após um esforço máximo.

Tipo de estudo

Ensaio clínico prospectivo e randomizado.

Critérios de inclusão e exclusão

Foram seleccionados estudantes de uma escola de desporto em condições de treino estáveis e sem lesões recentes (n=3), com a idade de 20, 24 e 26 anos. Os participantes foram aconselhados a evitar outros esforços físicos durante o período experimental.

Principais variáveis

Os parâmetros fisiológicos avaliados foram a Lactatemia, e frequência cardíaca. As variáveis relacionadas com a performance potência média e velocidade média foram também objecto de análise. Efectuou-se ainda a análise do comportamento da Potência e Velocidade ao longo do teste.

Intervenção

Os participantes foram submetidos duas vezes ao teste de Wingate, (antes e depois da intervenção), com um intervalo de 72 horas para restabelecimento total das reservas energéticas e aplicação da acupuntura.

No primeiro dia, recolheram-se os valores basais das variáveis fisiológicas em estudo, procedendo-se em seguida à realização da prova de esforço máximo. Após realização do teste, estas foram novamente analisadas no imediato e após 3, 5 e 7 minutos.

A intervenção consistiu na aplicação de três tratamentos de acupuntura (um por dia), fazendo os pontos seleccionados de acordo com o Modelo de Heidelberg sangrar através da técnica leopard spot. Após esta intervenção serão repetidos os procedimentos relativos ao primeiro dia.

As duas provas de esforço serão efectuadas durante o período da manhã de forma a evitar interferências na performance associadas à rotina diária.

Resultados

Os resultados observados devem ser analisados com precaução uma vez que a presente investigação se trata de um desenho de estudo com amostra reduzida. Após o período de intervenção não se verificaram diferenças significativas na frequência cardíaca, no entanto a análise comparativa dos valores de lactatemia permite observar uma tendência para uma maior capacidade de redução ou remoção do lactato após um esforço máximo.

Background

The degree of physical exercise is often evaluated as the percentage of maximal capacity. This can be measured by maximal heart rate, maximal voluntary contraction or maximal oxygen utilization.

Under these conditions, fatigue may develop. It is considered to happen due to lactic acid accumulation decreasing the pH and consequently impairing enzymatic activity in the muscles. This process is frequently associated with anaerobic glycolysis. This is why lactic acid is considered a problematical product of high intensity exercises. It has been speculated that acupuncture may promote removal of lactate, promote microcirculation and regenerate tissues.

Objective

This study aims at proving potential acupuncture effects in lactate levels after maximum exercise.

Methods

A prospective, randomized, controlled trial in a single group design was conducted.

Inclusion and exclusion criteria

This research included students from a school of sports (n=3), with 20, 24 and 26 years old in constant training conditions and without current trauma. During the experimental trial every subject was advised to not maintain any other physical activities.

Main parameters

Blood levels of lactate and heart rate were the physiological main parameters. Average power and average speed were considered as performance variables. We also compared the Power and Speed behavior during both tests.

Intervention

Subjects were exposed to the Wingate test twice, with an interval of 72h for full energetic recovery and intervention by acupuncture.

In the first day, basal levels of lactate and heart frequency were accessed. After the Wingate test, we monitored again these outcomes immediately after the test and in the following 3rd, 5th and 7th minutes post-exercise.

In the 72h interval, subjects received 3 acupuncture treatments (one each day) with bloody needling through the leopard spot technique in points selected according to the Heidelberg's Model. After this intervention the procedures of the first day were repeated.

All tests were executed in the morning in order to avoid interference of daily routine in subject's performance.

Results

These results must be observed with some caution due to the study design nature and few participants in this investigation.

The results following our intervention didn't show significant differences in the heart rate but revealed a possible positive effect of acupuncture in the reduction and removal of lactate blood levels.

Índice

Abreviaturas.....	XV
1. Introdução.....	1
2. Medicina Tradicional Chinesa	
2.1. Enquadramento Histórico.....	9
2.2. Divulgação da Medicina Tradicional Chinesa.....	9
2.3. Conceitos da Medicina Tradicional Chinesa.....	17
2.4. Modalidades da Medicina Tradicional Chinesa.....	20
2.5. Fisiologia da Acupuntura.....	36
2.6. Doença na perspectiva da Medicina Tradicional Chinesa.....	43
2.7. O Modelo de Heidelberg.....	48
3. Fisiologia do exercício.....	59
3.1. Trabalho e potência no ciclo-ergómetro.....	60
3.2. Fontes energéticas e exercício.....	61
3.3. Sistemas energéticos.....	63
3.4. Reservas energéticas.....	78
3.5. Energia e intensidade de esforço.....	80
3.6. Fibras musculares.....	85
3.7. Adaptações ao treino.....	88
4. Teste anaeróbio de Wingate.....	93
4.1. Fiabilidade.....	94

4.2. Validade.....	95
4.3. Parâmetros que influenciam a performance no teste de Wingate.....	98
5. Metodologia.....	109
6. Resultados.....	121
7. Discussão.....	133
8. Conclusões.....	139
9. Referências Bibliográficas.....	141
Anexos.....	i

Índice de Imagens

Fig. 1 - Alterações típicas da curva sinusoidal na deficiência de Yin.....	47
Fig. 2 - Fou qi.....	48
Fig. 3 - Curva sinusoidal, actividade vegetativa, fases e funções.....	49
Fig. 4 - Componentes do diagnóstico de acordo com o Modelo de Heidelberg...54	
Fig. 5 - S34 - <i>monticulus septi</i> (<i>Liangqiu</i> ST-34).....	116
Fig. 6 - P10 - <i>extremitas carvi</i> (<i>Yuji</i> LU-10).....	116
Fig. 7 - Pc5 - <i>foramen intermedium</i> (<i>Jianshi</i> P-5).....	116
Fig. 8 - It12 - <i>continens ventum</i> (<i>Bingfeng</i> SI-12).....	117
Fig. 9 - It12 - Desenho de Estudo (<i>flow chart</i>).....	117

Índice de Gráficos

Gráfico 1 – Proporção dos processos energéticos em função da duração do esforço (T)	63
Gráfico 2 – Concentração sanguínea de lactato (mmol/l) relativa à velocidade de corrida (Km/h) e limiar do lactato (Tlac).....	83
Gráfico 3 – Contribuição energética dos hidratos de carbono e dos lípidos (%Metabolismo) na obtenção de energia durante um exercício prolongado com a intensidade de 65% VO ₂ max em função da duração do exercício (min).....	84
Gráfico 4: Valores da Frequencia Cardíaca (Fc) antes (barra azul) e depois (barra vermelha) da intervenção, para as recolhas basal, final do teste, após 3, 5 e 7 minutos, no participante 1	121
Gráfico 5: Valores da Frequencia Cardíaca (Fc) antes (barra azul) e depois (barra vermelha) da intervenção, para as recolhas basal, final do teste, após 3, 5 e 7 minutos, no participante 2.....	122

Gráfico 6: Valores da Frequencia Cardíaca (Fc) antes (barra azul) e depois (barra vermelha) da intervenção, para as recolhas basal, final do teste, após 3, 5 e 7 minutos, no participante 3.....	123
Gráfico 7: Valores Lactatemia (Lac) antes (barra azul) e depois (barra vermelha) da intervenção, para as recolhas basal, final do teste, após 3, 5 e 7 minutos, no participante 1.....	123
Gráfico 8: Valores Lactatemia (Lac) antes (barra azul) e depois (barra vermelha) da intervenção, para as recolhas basal, final do teste, após 3, 5 e 7 minutos, no participante 2.....	124
Gráfico 9: Valores Lactatemia (Lac) antes (barra azul) e depois (barra vermelha) da intervenção, para as recolhas basal, final do teste, após 3, 5 e 7 minutos, no participante 3.....	125
Gráfico 10: Valores Potência antes (barra azul) e depois (barra vermelha) da intervenção, para as recolhas basal, final do teste, após 3, 5 e 7 minutos, no participante 1.....	125
Gráfico 11: Valores Velocidade antes (barra azul) e depois (barra vermelha) da intervenção, para as recolhas basal, final do teste, após 3, 5 e 7 minutos, no participante 1.....	126
Gráfico 12: Valores Velocidade antes (barra azul) e depois (barra vermelha) da intervenção, para as recolhas basal, final do teste, após 3, 5 e 7 minutos, no participante 2.....	127
Gráfico 13: Valores Potência antes (barra azul) e depois (barra vermelha) da intervenção, para as recolhas basal, final do teste, após 3, 5 e 7 minutos, no participante 2.....	127
Gráfico 14: Valores Velocidade antes (barra azul) e depois (barra vermelha) da intervenção, para as recolhas basal, final do teste, após 3, 5 e 7 minutos, no participante 3.....	128
Gráfico 15: Valores Potência antes (barra azul) e depois (barra vermelha) da intervenção, para as recolhas basal, final do teste, após 3, 5 e 7 minutos, no participante 3.....	128

Gráfico 16: Comparação dos valores médios de lactatemia (Lac) ao longo do teste antes (barra azul) e depois (barra vermelha) da intervenção.....134

Gráfico 17: Comparação dos valores médios de frequência Cardíaca (Fc) ao longo do teste antes (barra azul) e depois (barra vermelha) da intervenção.....135

Índice de Tabelas

Tabela 1 – Principais características que distinguem os três principais tipos de fibras musculares.....87

Tabela 2: Caracterização antropométrica do Participante 1109

Tabela 3: Caracterização antropométrica do Participante 2.....110

Tabela 4: Caracterização antropométrica do Participante 3.....110

Índice de anexos

Anexo 1 – Consentimento Informado.....v

Anexo 2 – Informação ao participante.....vii

Abreviaturas

ACTH - Hormona adrenocorticotrófica

ADP - Adenosina difosfato

AGL - Ácidos gordos livres

ATP - Adenosina Trifosfato

CGRP - Péptido relacionado com o gene da calcitonina

Ck - Creatina quinase

FAD - Dinucleótido de flavina-adenina

g - Grama

GTP - Guanosina Trifosfato

H⁺ - Hidrogénio

J - Joule

Kcal - Quilocaloria

Kg - Quilograma

Kgf - Quilograma-força

LDH - Lactato desidrogenase

M - Metro

MIG – Massa Isenta de Gordura

Min – Minuto

MTC – Medicina Tradicional Chinesa

N – Newton

NAD⁺ – Dinucleótido de nicotinamida-adenina

NIH – National Institute of Health

Nm – Newton/metro

OMS – Organização Mundial de Saúde

P – Fosfato inorgânico

PCr – Fosfo-Creatina

PDH – Piruvato desidrogenase

RPM – Rotações por minuto

SI – Sistema Internacional

T – Trabalho

VIH – Vírus da Imunodeficiência Humana

Capítulo 1

Introdução

1. Introdução

Tomando em consideração as quatro formas clássicas de medicina tradicional (Chinesa, Indiana, Grega e Egípcia), a Medicina tradicional Chinesa (MTC) é aquela que aparentemente se apresenta mais sofisticada (Leung PC et al, 2003), na medida em que combina diversas modalidades terapêuticas (acupuntura, Tui-Na, Qi-Gong, Fitoterapia e nutrição) com o objectivo de tratar e prevenir as mais diversas patologias (Leung PC et al, 2003; Sancier KM, 1996).

Assim sendo, a MTC pode ser definida como um sistema de avaliação de sinais e sintomas utilizado para descrever o estado funcional do organismo (Greten HJ, 2010) e cujas origens históricas remontam para pelo menos 4000 anos de existência (Cassidy CM, 2002).

Trata-se no fundo de um sistema que faz uma avaliação holística no sentido de promover a saúde e a cura da doença, utilizando para esse fim diversas técnicas terapêuticas, muitas vezes combinadas entre si (Leung PC et al, 2003; Sancier KM, 1996).

A par com a fitoterapia, a acupuntura é a terapia mais comumente utilizada na prática de MTC e que tal como todas as outras modalidades terapêuticas, tem prescrições efectuadas de acordo com a avaliação e teoria da MTC, utilizadas com o objectivo de promover o retorno a um estado harmonioso entre Yin e Yang (Leung PC et al, 2003).

Utilizada há mais de 2500 anos (WHO, 1995), esta técnica consiste na inserção de agulhas metálicas longas e de ponta fina, aplicadas mediante determinados meios de manipulação que produzem sensações específicas no paciente, visando fundamentalmente obter um processo de cura ou prevenção de uma patologia (Chonghuo, 1993; Cheung L et al, 2001; Leung PC et al, 2003; Cassidy CM, 2002). Estas agulhas são inseridas na superfície da pele em pontos específicos ao longo de canais ou condutos energéticos, classicamente designados por meridianos e colaterais (Leung PC et al, 2003).

Ao longo da História, as técnicas práticas e teóricas subjacentes à acupuntura foram evoluindo em consequência tanto da sua disseminação a nível mundial, como do natural progresso tecnológico e cultural, levando não só ao desenvolvimento de novos sistemas e subsistemas de tratamento, (como por exemplo a acupuntura manual coreana, acupuntura auricular, acupuntura Japonesa e acupuntura energética Francesa) mas também à introdução de novos meios de estimulação (sendo disso exemplo a acupuntura por laser ou associada

a electroestimulação) (Cassidy CM, 2002). A referência Histórica relativa à introdução da acupunctura e moxibustão na Europa, data dos séculos XVI (WHO, 1995) ou XVII (Cheung L et al, 2001), período em que vários textos relativos à MTC foram traduzidos por médicos europeus em missão na China (Cheung L et al, 2001).

Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), a expansão da cultura e da Medicina Tradicional Chinesa no mundo foi exponencial nas duas últimas décadas, aumentando desta forma o interesse nas suas diferentes modalidades terapêuticas e respectiva aplicação, bem como a necessidade de obter uma explicação científica relativa à forma como influencia o organismo (WHO, 1995).

Como resultado, a acupunctura é actualmente utilizada no tratamento de um vasto foro de condições patológicas, que incluem por exemplo, problemas músculo-esqueléticos e reumatológicos, asma, infertilidade, disfunções urinárias, febre, problemas digestivos e síndrome de fadiga crónica (Leung PC et al, 2003).

De facto, em 1998 o *National Institute of Health* (NIH) nos Estados Unidos emitiu um comunicado relativo à prática de acupunctura, na qual referia o apoio da OMS na possível utilização de acupunctura no tratamento de 40 patologias (incluindo algumas nas quais o tratamento por acupunctura era tão recomendável como o tratamento prescrito pela medicina ocidental), mencionando ainda como vantagem da aplicação desta terapia o facto de apresentar efeitos adversos pouco significativos (Morey SS, 1998). Uma revisão de literatura mais recente deste comunicado, abordou 14 das possíveis patologias consideradas, evidenciando o papel da acupunctura como uma terapia eficiente no tratamento de duas patologias e possivelmente vantajoso no tratamento das restantes 12, referindo a existência de evidências suficientes para afirmar a sua eficácia no controlo da náusea e vômito pós quimioterapia ou no período pós-operatório, e a sua utilidade no tratamento de cefaleias, dor lombar, alcoolismo e paralisia resultante de acidente vascular cerebral (Mayer DJ, 2000).

Foram ainda referidos no comunicado emitido pelo NIH, estudos que documentam a associação entre acupunctura e alterações na secreção de neurotransmissores, neuro hormonas e alterações a nível do fluxo sanguíneo (Morey SS, 1998). Conhecendo o papel fundamental destes factores no desempenho desportivo, podemos colocar a hipótese de que a acupunctura pode ter influência tanto a nível de performance, como de recuperação da fadiga após uma actividade física exigente.

Assim, a utilização de agulhas não se limita apenas à prevenção e tratamento de patologias: a sua aplicação em actividades desportivas com a finalidade de aumentar a performance ou tratar lesões decorrentes da prática desportiva é relativamente conhecida e não constitui novidade, pois sabe-se que os antigos mestres de *Kung Fu*, eram também mestres de acupunctura (Ma Yt, 2011).

Os estudos relativos à prática e aplicação de acupunctura são ainda escassos ou inconclusivos, sendo sublinhado pela OMS (1995) que apesar de a acupunctura ser reconhecida como um método terapêutico a ser considerado nos sistemas de saúde, o seu uso baseia-se ainda predominantemente na experiência individual e teorias tradicionais, pelo que, é necessária mais evidência científica no sentido de clarificar esta questão, pois segundo a mesma organização, “a falta de evidência não significa necessariamente que um tratamento é ineficiente”.

Desta forma, justifica-se assim a pertinência deste estudo, associando uma terapia alternativa à prática desportiva, cujo objectivo principal consiste em avaliar a influência da acupunctura na remoção dos níveis de lactato pós prova de esforço máximo, acrescentando assim novos conhecimentos relativos ao potencial da acupunctura como método coadjuvante, preventivo ou terapêutico na recuperação da fadiga e respectivas consequências.

Capítulo 2

Medicina Tradicional Chinesa

Enquadramento Histórico

Divulgação da Medicina Tradicional Chinesa

Conceitos da Medicina Tradicional Chinesa

Modalidades da Medicina Tradicional Chinesa

Fisiologia da Acupuntura

Doença na perspectiva da Medicina Tradicional Chinesa

O Modelo de Heidelberg

2. Medicina Tradicional Chinesa

2.1. Enquadramento Histórico

A Medicina Tradicional Chinesa constituiu um sistema de avaliação das funções do corpo humano, cujas fundações ideológicas, teóricas e metodológicas remontam oficialmente para entre 2300 a 2500 anos de idade, data da redacção do livro “O Clássico do Imperador Amarelo” (Huangdi Neijing – séculos III a V a.C. – dinastias Qin e Han). Este manuscrito, que contém a primeira descrição da teoria base da MTC (Cheung L, 2005), é ainda hoje considerado relativamente avançado, destacando-se particularmente pela descrição que faz do sistema circulatório, na qual “o sangue circula infinitamente nos vasos sanguíneos, que por sua vez estão subordinados à acção do coração”. Estas noções primárias referentes ao sistema cardiovascular são notáveis, se tivermos em consideração o facto de precederem em mais de 10 séculos a descrição da circulação sanguínea no contexto da medicina contemporânea, efectuada por William Harvey (“De Motu Cordis” – “Sobre o Movimento do Sangue e Coração” - século XVII) (Liu Z, Liu L, 2010).

É no entanto aceite que as origens da MTC possam datar de um período ainda anterior, pois algumas descobertas arqueológicas indicam a existência de agulhas de acupunctura e misturas de diferentes ervas com cerca de 4000 a 8000 anos de idade (Maciocia G, 1996; Cassidy CM, 2002; Leung PC et al, 2003).

De facto, existem vários instrumentos relacionados com a prática de medicina encontrados em escavações na China, sendo os mais antigos constituídos em pedra, que inicialmente era aquecida e em conjunto com pequenas quantidades de areia utilizada para aquecer determinadas regiões do corpo. Mais tarde, com o aperfeiçoamento dos instrumentos, as “pedras Bian”, utilizadas para picar pontos específicos do corpo, permitindo assim influenciar o decurso de uma doença através de uma estimulação mecânica. Existem ainda hieróglifos inscritos em carapaças de tartaruga e ossos descrevendo doenças e fazendo-as corresponder às zonas do corpo afectadas, prova de que a Sociedade Chinesa desde cedo reconheceu a existência de várias patologias que podiam ser associadas a diferentes causas e sintomas característicos (Cheung L, 2005).

Posteriormente, no século II d.C. (final da dinastia Han), outra publicação clássica alusiva à teoria da MTC, o “Tratado das Lesões pelo Frio” (Shang Han Lun), compilada pelo investigador Zhang Zhong Jing (150 – 219), determinava os

princípios fundamentais segundo os quais os tratamentos deveriam ser prescritos de acordo com as diferentes associações de sintomas (Cheung L, 2005).

Ainda pertencente ao mesmo autor, foi publicado no início do século I d.C. a obra “O Clássico de Shen Nong ” (Shen Nong Pen T'sao Jing), referente à utilização de misturas de plantas e ervas no processo de cura. Esta obra descreve 365 ervas diferentes e consiste numa compilação de textos alusivos às experiências práticas de vários médicos na área da fitoterapia, sendo particularmente relevante no sentido em que postula pela primeira vez uma base sistemática para diagnóstico (nomeadamente inspecção, auscultação, olfacto, anamnese e palpação), associando-a a oito princípios terapêuticos complementares (Ba Fa):

1. Diaforese (*Han Fa*);
2. Vomição (*Tu Fa*);
3. Purgação/Drenagem (*Xia Fa*);
4. Harmonização (*He Fa*);
5. Aquecimento (*Wen Fa*);
6. Limpeza/Eliminação (*Qing Fa*);
7. Redução (*Xiao Fa*);
8. Tonificação (*Bu Fa*).

Esta concepção, que agrega princípios específicos de tratamento de acordo com o conjunto de sintomas observados ainda hoje exerce forte influência na prática da MTC (Cheung L, 2005).

O contributo de Zhang Zhog Jing no estabelecimento dos alicerces da MTC foi ainda mais longe, pois este autor foi o primeiro a sugerir a ideia de que todas as doenças podem ser organizadas segundo três categorias (Cheung L, 2005): factores ou agentes internos ao corpo, factores ou agentes externos ao corpo e factores neutros ou relacionados com estilos de vida excessivos ou resultantes de traumatismo.

A pesquisa deste investigador no campo da fitoterapia deixou um legado de prescrições de compostos de plantas para administração através de infusões, pílulas, pós, licores, loções de banho, gotas nasais e auriculares, supositórios e bálsamos (Cheung L, 2005), contribuindo de forma significativa para a solidificação e desenvolvimento da metodologia inerente ao raciocínio clínico intrínseco da MTC.

Durante este período (século II d.C. – final da dinastia Han), destacou-se também o trabalho realizado por outro médico e investigador. Hua Tuo, ficou conhecido como sendo um perito em cirurgia, sendo-lhe por muitos atribuída a primeira utilização de anestesia. Para além dos trabalhos nesta área, Hua Tuo introduziu novos métodos terapêuticos através de exercícios físicos com base em movimentos de animais (Cheung L, 2005).

O período que decorreu entre os séculos III e XIV foi muito rico em termos de investigação e desenvolvimento metodológico da MTC, uma vez que vários médicos e investigadores se dedicaram ao estudo e sistematização das obras clássicas, desenvolvendo a teoria e acrescentando novos conhecimentos (Cheung L, 2005).

Apesar de o processo de desenvolvimento da teoria e prática da MTC parecer rápido e simples, na realidade este decorreu de formas bastante distintas: enquanto as primeiras gerações de investigadores se limitaram a acrescentar novas descobertas à matéria médica clássica já existente, uma segunda geração de médicos testou e experimentou as teorias anteriores, sugerindo novas formas de intervenção e substituindo ideias consideradas ultrapassadas, característica típica do desenvolvimento nas biomedicinas modernas (Cassidy CM, 2002).

Um dos médicos que se destacou no século III d.C (dinastia Jin) foi Wang Shuhe. A sua investigação na área da esfigmologia determinou o método de avaliação através das características do pulso, identificando os diferentes síndromes e prescrição do respectivo tratamento de acordo com o tipo de pulso determinado. A avaliação das características do pulso ainda hoje faz parte dos principais métodos de diagnóstico na MTC, a par da avaliação das particularidades da língua, sistema desenvolvido mais tarde, em 1341 pelo Dr. Du Ben. (Cheung L, 2005).

Ainda durante este período, Huangfu Mi, publicou vários trabalhos relativos às suas experiências e investigações na área da acupuntura e moxibustão. Nestas pesquisas determinou o trajecto dos 12 meridianos principais e dos 8 meridianos extraordinários, associando-lhes ainda a maioria dos sintomas relacionados com cada um. No seu abrangente trabalho, Huangfu Mi especificou o número total de pontos de acupuntura e respectivas localizações, determinou a profundidade ideal para inserção das agulhas, o número máximo de cones de moxibustão por tratamento e as técnicas de manipulação a utilizar de acordo com o diagnóstico. Em simultâneo, descreveu as patologias de acordo com a sua etiologia, patogénese, sintomas e respectivos pontos de tratamento (Cheung L, 2005).

O trabalho deste médico foi complementado e simplificado mais tarde, no século XI (dinastia Liao) por Wang Weiyi. Este investigador e professor estudou e compilou vários textos médicos clássicos, redigindo assim uma obra de 3 volumes que sistematiza o sistema referente aos 12 meridianos principais e dois extraordinários, bem como a localização de 354 pontos e respectivas funções. Uma das suas extraordinárias ferramentas de ensino constava de um modelo humano tridimensional em bronze, que seria revestido em cera e preenchido com água. Sempre que uma agulha era inserida de forma correcta, o ponto respectivo deveria derramar água. Foi ainda neste período que Wang Zhizhong estabeleceu uma unidade universal para medir e localizar de forma eficiente os pontos de acupunctura em diferentes pacientes (Cheung L, 2005).

Por volta do século IV d.C., este tipo de medicina encontrava-se bem enraizado na cultura e modo de vida do povo chinês. Os muitos clínicos que a utilizavam na sua prática diária possuíam conhecimentos de várias áreas do foro médico que utilizavam e que foram passando aos seus discípulos, integrando estas terapias no contexto de um tratamento comum ao longo do tempo.

Um desses clínicos, Ge Hong, era também um hábil ortopedista. O seu contributo para o desenvolvimento da MTC nesta especialidade foi determinante na medida em que foi um dos primeiros a sugerir a uma escala de classificação do tipo de fractura e introduziu a utilização de talas de bambu na sua reabilitação, tendo ainda reconhecido três categorias de lesões traumáticas dos ossos e articulações (Cheung L, 2005): fracturas, luxações e feridas abertas

O trabalho de Ge Hong foi complementado no século XIX (dinastia Qing) por um monge taoista, que investigou várias formas para o tratamento de traumas ortopédicos, nomeadamente métodos de fixação externa, suturação e medicação (oral e tópica) para tratamento de feridas abertas (Cheung L, 2005).

O desenvolvimento dos meios de comunicação e informação permitiu a difusão da MTC para fora do seu país de origem. O contacto com países árabes no século XII d.C., possibilitou uma forma de mediação comercial entre a China e outros países do Mundo, o que naturalmente levou a que outros investigadores se dedicassem ao estudo destes métodos (Cheung L, 2005).

Esta internacionalização trouxe benefícios não só para a China pelo seu aspecto económico mas também para a MTC.

Apesar da grande experiência e conhecimento dos médicos chineses, estes estavam ainda limitados nos seus estudos devido à presença de estigmas e preconceitos subjacentes à sua cultura. A internacionalização da MTC permitiu

superar alguns desses estigmas, como por exemplo o estudo da anatomia humana em cadáveres. Apesar de na Europa este tipo de estudos se realizar desde o século XI, na China estes foram introduzidos lentamente e com muitas reservas entre os séculos XII e XIX (Cheung L, 2005).

Assim sendo podemos afirmar que neste período, mesmo constituindo uma disciplina com um carácter tão distinto, a medicina ocidental contribuiu para o desenvolvimento da MTC.

A utilização da acupuntura e moxibustão foi fortemente encorajada neste período, principalmente entre os séculos XI e XVIII, durante a dinastia Ming, período após o qual entrou em declínio pois foi considerado pela dinastia Qing que as “picadas de agulha e queimaduras de moxa não são dignas de um nobre” (Cheung L, 2005).

Neste período (século XVIII), um número cada vez maior de missionários europeus estabelecia-se na China, trazendo consigo costumes típicos da sua cultura e também da medicina ocidental. Em resultado, muitos dos textos médicos europeus foram traduzidos, introduzindo métodos terapêuticos e farmacêuticos pertencentes à medicina ocidental na China, de tal forma que no século XIX já existia uma quantidade respeitável de hospitais baseados no modelo ocidental e a medicina europeia era já vastamente posta em prática por toda a China (Cheung L, 2005).

O desenvolvimento da medicina ocidental na China conheceu o seu auge durante o período que procedeu a “Guerra do Ópio”: a medicina ocidental foi pela primeira vez incluída no sistema de ensino Chinês, constituindo uma área independente da medicina tradicional, leccionada até então. Apesar da emergência de um novo tipo de conhecimento, aceite por algumas escolas e rejeitado por outras, alguns dos médicos consideravam que a abordagem clínica só faria sentido através da integração dos dois sistemas de medicina, porém o regime reprimiu fortemente a prática e ensino da MTC, que caiu em desuso até ao século XX (Cheung L, 2005).

Em 1949 com a fundação da República Popular da China e conseqüente redireccionamento das políticas de saúde em três direcções principais (providenciar cuidados de saúde para toda a população, prevenção na saúde pública e união de especialistas nos dois tipos de medicina), surgiram instituições de pesquisa e desenvolvimento sediadas nas universidades e escolas de medicina que rapidamente integraram o trabalho dos clínicos especialistas em MTC, fornecendo-lhes em troca formação médica mais avançada (Cheung L, 2005).

Consequentemente o leccionamento da MTC foi integrado nos programas de educação escolar superior com prioridade na pesquisa e sistematização da MTC. Neste período surgiram várias investigações que aliam métodos de pesquisa modernos a conceitos tradicionais da teoria da MTC, como é o caso do conceito de Yin e Yang, o estudo da importância do rim na sua essência e o princípio terapêutico do reforço do sangue e eliminação da estase (Cheung L, 2005).

Actualmente é consensual a noção de que é necessário e essencial que a análise dos conceitos terapêuticos inerentes à MTC seja efectuada através dos paradigmas científicos modernos (Cheung L, 2005).

Desta forma, algo que terá começado como uma compilação de ideias teorias e práticas primitivas, depressa desenvolveu uma base complexa de fundamentos e ideias próprias e coesas (Cassidy CM, 2002), constituindo a par com a Medicina Indiana a forma de medicina tradicional clássica mais complexa, pois em comparação com as medicinas clássicas grega e egípcia, as primeiras contemplam a combinação de diversas modalidades terapêuticas no sentido de permitir uma abordagem mais completa no tratamento dos diversos tipos de disfunções (Leung PC et al, 2003; Sancier KM, 1996).

Estas terapias foram vastamente analisadas, testadas, manipuladas e desenvolvidas ao longo da História, tendo sido utilizadas no tratamento dos mais diversos tipos de problemas em biliões de humanos e animais, (Cassidy CM, 2002).

2.2. Divulgação da MTC

Dada a riqueza da sua história, não é de admirar que a MTC desde cedo tenha iniciado um processo de “globalização” que em simultâneo acompanhou o desenvolvimento da sua teoria e fundamentação e que teve como resultado a sistematização gradual de uma teoria médica única (Liu Z, Liu L, 2010; Cassidy CM, 2002; Jiuzhang M, Lei G, 2010).

Esta globalização teve por isso uma importância tão relevante no seu desenvolvimento quanto as pesquisas levadas a cabo pelos médicos chineses, ao ponto de podermos mesmo afirmar que designamos esta medicina como “Chinesa” em honra da região na qual teve origem (Cassidy CM, 2002).

Desta forma, a MTC desde cedo viajou para fora da China, tendo chegado à Coreia e Japão no período compreendido entre os séculos XI e XIII (Cassidy CM, 2002; Jiuzhang M, Lei G, 2010; Cheung L, 2005; WHO, 1995). Os primeiros contactos com os países árabes no século VII, bem como o desenvolvimento de

melhores meios de transporte e rotas mercantis permitiram a permuta de conhecimentos e compostos de ervas entre a China e praticamente todo o mundo (Cassidy CM, 2002). Neste período foi elaborada uma vasta quantidade de trabalhos médicos tendo como base publicações de clínicos chineses anteriores, das quais se destacam as obras “Canon de Medicina” no século X, da autoria do investigador árabe ibn-Sinã e “Tesouros Científicos Chineses em Ilhan” compilada pelo persa Rashid al-Din al-Hamdani no século XIV. Ambas eram baseadas na investigação em esfigmologia levada a cabo pelo médico chinês Wang Shuhue, sendo a segunda mais tarde traduzida para Inglês pelo famoso Dr. John Floyer (século XVII), um dos principais responsáveis pela introdução do método de Suhue na Europa, bem como da aferição da frequência cardíaca utilizando um relógio (Jiuzhang M, Lei G, 2010).

As primeiras evidências de utilização de MTC na Europa são relativas à acupuntura e moxibustão, sendo o período de referência compreendido entre os séculos XVI (WHO, 1995) e XVII (Cheung L et al, 2001).

Este período caracterizou-se pela migração de vários missionários oriundos da região ocidental do Globo para a China que estudaram e traduziram os métodos da MTC e ao mesmo tempo introduziram conhecimentos médicos ocidentais na cultura chinesa. Michel Boym foi um dos missionários que se destacou, traduzindo vários trabalhos médicos chineses aquando do seu regresso à Polónia em 1656. Estes trabalhos foram publicados em França, Itália e Alemanha, sendo uma das principais influências do anteriormente referido Dr. John Floyer (Cheung L et al, 2001).

As traduções das obras médicas chinesas espalharam-se por toda a Europa, salientando-se ainda o “Compendium de Materia Medica” composto ao longo de 27 anos pelo farmacologista Li Shizhen e publicado em 1696, traduzido em latim, coreano, japonês, russo, Inglês e francês entre outros dialectos (Jiuzhang M, Lei G, 2010).

Por fim, no início do século XIX, o conhecimento inerente à MTC atinge a América do Norte, disseminando-se com o decorrer do século por todo o Continente (Cassidy CM, 2002; WHO, 1995).

O crescimento da MTC tem vindo a aumentar a nível global, apresentando um desenvolvimento exponencial verificado principalmente nos últimos 20 (WHO, 1995) a 30 (Leung PC et al, 2003) anos.

De facto, em resultado da eminente revolução cultural chinesa nos anos 60 e consequente falta de médicos, houve uma larga disseminação da MTC (Diener et al., 2007).

É estimado pela OMS que as suas terapias sejam postas em prática em mais de 100 países, incluindo nesta extensa lista não só países em vias de desenvolvimento mas também países desenvolvidos e com sistemas de saúde bem definidos: em 2003, cerca de 75% da população francesa e 38% belga, já tinham recorrido pelo menos uma vez à MTC no tratamento de problemas de saúde (Leung PC et al, 2003).

Em países como a Alemanha, investe-se cada vez mais na Medicina Tradicional Chinesa: a taxa de crescimento está avaliada entre os 20 e os 22%, indicando que o controlo de qualidade e a formação estruturada são necessários (Greten J, 2006).

Surpreendentemente existe um elemento socioeconómico entre os utentes da Medicina Tradicional Chinesa, pois esta encontra mais adeptos entre as camadas mais abastadas, com mais formação e conservadoras do que entre os pobres e que têm menos formação (Greten J, 2006).

Estes números e o crescente número de cursos e formações relacionado com a MTC ou alguma das suas modalidades remete-nos também para outro importante factor: o crescente impacto da MTC na economia e sistemas de saúde mundiais, constituindo a acupunctura e a fitoterapia as modalidades mais comuns (Leung PC et al, 2003).

A compreensão moderna e racional da Medicina Chinesa envolve modelos científicos biomédicos que assentam numa teoria de regulação neurovegetativa, sendo exemplo disso, o Modelo de Heidelberg.

O conceito tradicional da MTC é visto como uma análise médica de sintomas baseada nas funções vegetativas, que estão à disposição da medicina ocidental, chegando-se à conclusão de que a medicina chinesa está principalmente baseada num sistema para descrever anomalias funcionais através dos seus sinais e sintomas (Greten J, 2006).

É assim facilmente perceptível a importância da globalização da MTC na sua evolução ao longo da história, não sendo de admirar o surgimento de novos sistemas e subsistemas de avaliação e terapia, inerentes a uma readaptação cultural e tecnológica do contexto da MTC, como são exemplos a acupunctura manual coreana, acupunctura auricular, acupunctura japonesa, acupunctura

energética francesa, acupuntura por laser e associada a electroestimulação (Cassidy CM, 2002).

Podemos desta forma afirmar que desde as suas raízes que a MTC se desenvolveu com base num modelo de fisiologia sistemático e fiável, o que lhe garantiu uma reputação respeitável bem como uma crescente importância no desempenho do seu papel em promover a saúde, bem-estar e longevidade humanas.

2.3. Conceitos da Medicina Tradicional Chinesa

2.3.1. Qi

Segundo Greten HJ (2006), o qi consiste na capacidade individual e vegetativa de um órgão ou tecido desempenhar a sua função, podendo ser sentido sob a forma de pressão, fluxo ou estiramento. Porkert (1995) descreve o Qi como uma energia imaterial com uma qualificação e direcção.

Segundo a MTC, o fluxo de Qi nos meridianos deve ocorrer de forma harmoniosa e contínua. Se a circulação de Qi for interrompida, estamos perante uma doença, ou seja, segundo os modelos teóricos da MTC, a doença constitui um bloqueio do livre fluxo de Qi, algo que na medicina ocidental pode ser considerado como um bloqueio das funções vegetativas funcionais. Uma vez que estas funções podem ser representadas por regiões à superfície, este bloqueio provoca alterações nas respectivas áreas funcionais da pele, denominadas canais ou meridianos (Greten HJ, 2006).

O fluxo de Qi considera o movimento diário desta energia ou capacidade vegetativa através dos 12 meridianos cardinais (principais), o que implica necessariamente que cada meridiano e orb ou órgão associado manifestem fases distintas de energia ao longo do dia, algo que está associado à sua capacidade em desempenhar as funções que lhe são exigidas (Greten HJ, 2006; Porkert, 1995).

De acordo com Greten HJ (2006) e Porkert (1995), este movimento inicia-se no meridiano Yin correspondente ao orb Pulmonar através do qual percorre o lado radial interno dos membros superiores até à ponta do 1º dedo, onde encontra o respectivo meridiano Yang, par do meridiano Pulmonar e com o qual constitui a fase metal: o meridiano do Intestino Grosso, através do qual percorre o lado cubital externo do braço até chegar ao meridiano do Estômago, no canto interno do olho. Este meridiano constitui o canal externo da fase Terra, conduzindo o Qi

pela região anterior do abdómen e tórax e em seguida na região antero-lateral dos membros inferiores até aos pés, onde tem origem o meridiano do Baço. Este é o meridiano Yin da fase Terra, par do meridiano do Estômago, que conduz o Qi novamente em sentido ascendente, na direcção do Orb Cardíaco no centro do tórax, concluindo assim a primeira circulação de Qi.

Este orb constituiu o ponto de partida de um dos meridianos Yin da fase Fogo. Esta fase difere de todas as outras uma vez que apresenta dois pares de meridianos, ao contrário das fases normais que apresentam apenas um par. O meridiano Cardíaco transporta o Qi novamente até à ponta dos dedos da mão, onde entra no correspondente meridiano Yang, o Intestino Delgado, que percorre a região posterior externa dos membros superiores até à cabeça. Uma vez na cabeça, o Qi entra no meridiano da Bexiga (meridiano Yang da fase Água) que o transporta novamente em direcção aos pés, onde encontra o seu meridiano complementar, o meridiano Renal que marca o final da segunda circulação (Greten HJ, 2006; Porkert, 1995).

A terceira circulação tem início novamente no centro do tórax, no segundo meridiano Yin da fase Fogo - o Pericárdio. Este conduz o Qi pela região anterior média dos membros superiores até à ponta do primeiro dedo, onde encontra o meridiano Yang complementar, o Tricalórico, liga a ponta do terceiro dedo à cabeça através da região posterior média do braço, na direcção do meridiano da Vesícula Biliar. Este constitui o meridiano Yang da fase madeira e leva o Qi novamente na direcção dos pés, para o correspondente meridiano Yin - o Hepático, que conduz o Qi na direcção do tórax, fazendo a ligação com o meridiano Pulmonar. Assim que o Qi termina a terceira circulação e entra no meridiano Pulmonar, inicia um novo ciclo, sendo distribuído e utilizado para a realização das funções orgânicas características de cada órgão e tecido (Greten HJ, 2006; Porkert, 1995).

2.3.2. Meridiano ou conduto

Porkert (1995) define um meridiano como uma ligação entre um grupo de pontos com efeitos similares nos sinais clínicos de um orb ou órgão, a qual se acredita constituir um conduto para o fluxo de Qi e sangue (xue). De acordo com este autor, os padrões e qualificações do sistema de meridianos foram convencionados de forma a representar a direcção do movimento de Qi através

das diferentes áreas e regiões funcionais do corpo ao longo do ciclo do Qi descrito no ponto anterior.

A MTC considera a existência de 12 meridianos cardinais ou principais, simétricos e conectados a um orb. A cada meridiano Yin (interno) corresponde um meridiano Yang (externo) que encontra na ponta dos dedos dos pés ou das mãos. Estes 12 meridianos em conjunto com dois suplementares, os meridianos Regens e o Respondens, constituem o suporte central do sistema de circulação (Porkert, 1995).

Este sistema de complementaridade dos diferentes meridianos reflecte-se através da sua distribuição topográfica no corpo: enquanto os meridianos Yin percorrem a região ventral do corpo e interna dos membros, os meridianos Yang asseguram o movimento do Qi desde a cabeça, região dorsal do corpo e externa dos membros (Porkert, 1995).

Nesta temática, pode ainda ser referida a interessante alocação dos orbs aos quais os meridianos pertencem, ou seja, os meridianos pertencentes a orbs localizados acima do diafragma (Cardíaco, Pericárdio e Pulmonar) percorrem os membros superiores e os meridianos de orbs situados inferiormente ao diafragma percorrem os membros inferiores (Porkert, 1995).

2.3.3. *Xue*

O Xue constitui uma forma de capacidade funcional (ou energia) relacionada com os fluídos corporais cujas principais funções são aquecer, humedecer, nutrir e mover o Qi para os tecidos (Porkert, 1995).

Do ponto de vista clínico da medicina ocidental, as funções do Xue podem ser comparadas aos efeitos da microcirculação. Este termo é bastante abrangente pois as suas funções englobam toda a actividade e intervenientes da microcirculação, o que inclui as suas relações funcionais, células sanguíneas, factores plasmáticos, endotélio e parênquima (Greten HJ, 2006).

O Xue é constituído por diferentes formas de energia que lhe permitem a realização das suas funções na sua complexidade. As divisões energéticas que compõem o Xue são o Shen, o Qi construtivo (designação técnica de um aspecto específico do Qi utilizado para formar novas células e tecidos) e os fluidos corporais, quer estes sejam passivos (jin) ou activos (ye, como por exemplo o suor) (Greten HJ, 2006; Porkert, 1995).

2.3.4. Shen

De acordo com Porkert (1995), o Shen é uma energia ou força constelar originada no orb Cardíaco, tratando-se de outro termo extremamente especializado na MTC e por isso difícil de definir em termos ocidentais. Greten (2006) define Shen como a capacidade funcional (ou seja, outra forma de energia) que permite colocar em ordem na associatividade mental e emoções, criando assim um estado denominado de “presença mental”. O estado funcional do Shen pode ser avaliado através de sinais como a coerência do discurso, as funções motoras finas e o brilho dos olhos. Do ponto de vista clínico da medicina ocidental, o Shen corresponde às funções cerebrais superiores (como por exemplo memória, emoções, cognição, concentração e linguagem).

2.3.5. Orb

Um orb constitui um grupo de sinais de diagnóstico clinicamente relevantes, que indica o estado funcional de uma região do corpo, que por sua vez se relaciona com as propriedades funcionais dos meridianos, ou seja, um orb corresponde às manifestações clínicas das fases na MTC, sendo denominados segundo as diferentes regiões ou órgãos do corpo (Greten HJ, 2006).

2.4. Modalidades da MTC

A MTC dispõe diversas modalidades terapêuticas que lhe permitem actuar tanto na profilaxia como no tratamento das patologias. As terapias mais frequentemente utilizadas são a acupuntura e a fitoterapia, no entanto a MTC disponibiliza outros tratamentos, o que inclui a moxibustão (terapia que consiste na aplicação de calor, muitas vezes conjugada com acupuntura), Tui-Na (a massagem terapêutica chinesa), cupping (ou vacuoterapia, que envolve a aplicação de campânulas de vidro – ventosas – sobre a pele), exercícios e meditação (como por exemplo Qi-Gong e Tai-chi) e terapia através da dieta (que consiste na recomendação de alimentos específicos como suplemento terapêutico) (Leung PC et al, 2003).

Todas as terapias referidas são utilizadas e combinadas em concordância com as teorias fundamentais de diagnóstico e tratamento da MTC, sendo aplicadas com o objectivo de promover o retorno a um estado de harmonia (Leung PC et al, 2003).

2.4.1. Fitoterapia e Farmacologia

A medicina fitoterapêutica chinesa tal como outras modalidades de tratamento tem uma história superior a dois mil anos de idade (Cassidy CM, 2002), baseando-se na combinação de diferentes ervas seleccionadas de acordo com as teorias de diagnóstico e tratamento da MTC. O termo “ervas” neste contexto não se refere apenas às plantas uma vez que as prescrições podem incluir diversos tipos de produtos minerais e animais (Leung PC et al, 2003).

Na matéria relativa às plantas é interessante referir a utilização de diferentes partes da mesma planta com diferentes objectivos terapêuticos: as folhas, raízes, ramos, flores ou sementes, mesmo pertencendo à mesma planta podem ter efeitos terapêuticos distintos e por isso ser prescritos em patologias diferentes (Leung PC et al, 2003).

Esta diferenciação entre as diferentes partes da planta cria no entanto algum atrito entre as prescrições clássicas da fitoterapia chinesa e as prescrições da fitoterapia ocidental pois em muitos casos os efeitos atribuídos às diferentes partes da planta são evidentemente distintos (Leung PC et al, 2003).

As substâncias minerais podem incluir as conchas de animais como ostras, tartarugas ou haliotes ou mesmo minerais como âmbar, hematite e limalha de ferro. A utilização de produtos animais está a tornar-se cada vez mais rara devido às restrições relativas à protecção de espécies protegidas e evidente recusa face à aplicação de determinadas prescrições como por exemplo dejectos de animais (Leung PC et al, 2003).

Existem mais de 1000 substâncias usadas na fitoterapia chinesa, contudo apenas algumas centenas são exportadas e utilizadas nos países ocidentais. Estas ervas são categorizadas em grupos segundo o seu efeito terapêutico mais forte. A avaliação dos efeitos das ervas tem por base características como o sabor (sapore), temperatura ou conteúdo em energia (qi) (Cassidy CM, 2002; Leung PC et al, 2003).

As prescrições de ervas individuais são raras, sendo normalmente receitados compostos de 2 a 12 ervas, podendo estas pertencer ao mesmo grupo de forma a obter um efeito cumulativo ou sinérgico. Estas prescrições, ou “fórmulas” incluem ainda a dose individual de cada erva, tendo em conta a patologia, constituição do paciente, idade, género e condições específicas, sendo esta dosagem o factor que determina que papel assume cada substância na fórmula (Cassidy CM, 2002; Leung PC et al, 2003).

A forma mais comum de administração de uma fórmula consiste na decoção, ou seja, na ebulição das substâncias durante várias horas com o objectivo de lhes extrair os princípios activos, sendo posteriormente consumidas de acordo com instruções específicas. Outras formas de preparação incluem a desidratação, cozimento ou fritar em diferentes substâncias como o vinho, sal ou vinagre. O motivo pelo qual todas as ervas são processadas reside no facto de este processo diminuir a toxicidade associada a algumas ervas e potenciar ou alterar determinados efeitos ou acções terapêuticas: segundo os modelos teóricos da MTC, cozer uma erva em água salgada promove a sua acção no rim, enquanto que fritar a erva em vinho permite potenciar os seus efeitos no sistema circulatório (Cassidy CM, 2002; Leung PC et al, 2003).

Para além da decoção, as fórmulas chinesas podem apresentar-se na forma de pós, gotas, pílulas, cápsulas, tabletes, xaropes, tinturas e vinhos medicinais. Com um uso intensivo nos países Asiáticos, as fórmulas chinesas rapidamente chegaram ao ocidente, constituindo hoje em dia uma indústria que movimenta milhões de dólares. A ideia de que as fórmulas chinesas constituem preparados naturais e inofensivos, sendo por isso mais seguras do que as ocidentais em muito contribuiu para a globalização da fitoterapia chinesa. Contudo esta ideia é apenas parcialmente correcta pois o uso indiscriminado e injustificado destas fórmulas durante longos períodos de tempo pode ser prejudicial. Este potencial de perigo pode ser aumentado pelo facto de as ervas estarem disponíveis para utilização de qualquer pessoa sem que haja necessidade de alguma prescrição (Cassidy CM, 2002).

Assim sendo verifica-se a importância da inclusão de prescrições fitoterapêuticas no tratamento das diferentes patologias, reforçando-se a necessidade de controlo do tipo de prescrições e acesso às ervas, bem como da qualidade e diferentes interacções entre os componentes que contêm o princípio activo e outro tipo de substâncias, como por exemplo os medicamentos.

2.4.2. Tui-Na

A Tui-Na representa tanto uma modalidade de tratamento como uma forma de medicina preventiva, caracterizando-se pelas diferentes manobras de massagem terapêuticas aplicadas de acordo com o diagnóstico e com base nos modelos teóricos da MTC (Cassidy CM, 2002).

Uma das características que distingue a massagem terapêutica chinesa dos métodos de massagem ocidentais consiste no facto de a primeira ser executada

sobre a roupa dos pacientes, algo que reflecte algumas particularidades inerentes à cultura Chinesa (Cassidy CM, 2002).

Outra característica típica desta modalidade terapêutica resulta da ausência de um meio de contacto entre o médico e o paciente: quando necessário, são incluídas na massagem misturas de ervas em óleos medicinais, contudo ao contrário da massagem ocidental na qual é sempre aplicado um óleo essencial como meio de contacto, na MTC esta prática é rara e está reservada apenas aos casos que assim o justifiquem (Cassidy CM, 2002).

A Tui-Na foi objecto de estudo e consequente evolução desde cedo. De facto, foi desenvolvida ao longo das várias dinastias, sendo constituídas escolas especializadas que se caracterizam pelas suas próprias manipulações ou “técnicas chave” em conjunção com um grande número de técnicas auxiliares, como por exemplo pressão digital, vibração, rolamento, massagem pediátrica, massagem dos meridianos e dos órgãos vitais, massagem desportiva e quiropraxia (Cassidy CM, 2002).

A eficiência da massagem está subordinada à qualidade das manipulações, ou seja, a técnica e experiência do médico, o efeito terapêutico relacionado com a estimulação dos meridianos e os pontos de acupuntura escolhidos (Cassidy CM, 2002).

De acordo com Zhang (1990), para além dos efeitos localizados da massagem relacionados com a promoção da circulação sanguínea, trofismo tecidual, recuperação de lesões articulares, tendinosas, ósseas e dos tecidos moles, a Tui-Na permite a regulação entre Yin e Yang, equilibra as funções dos meridianos e vias colaterais, influencia os órgãos e substâncias vitais (qi, sangue e fluidos corporais), e pode ter um efeito nas emoções através da sua acção nos meridianos, colaterais e pontos de acupuntura específicos.

2.4.3. Medidas Dietéticas

À semelhança de outras terapias, a dieta é utilizada há mais de dois mil anos como meio de tratamento ou prevenção de patologias tanto pelo povo como pela família imperial (Leung PC et al, 2003; Zhao M, 1996).

A importância de um sistema digestivo saudável é amplamente reconhecida e valorizada no sistema teórico da MTC. Os órgãos vitais que constituem este sistema na anatomia chinesa são o estômago e o baço (órgãos do “centro”), sendo-lhes alocadas em termos fisiológicos as funções da digestão, absorção dos nutrientes, formação e absorção de fluidos, ou seja, corresponde a uma fase de

transformação e criação de energia pelo que se este sistema for afectado por qualquer tipo de disfunção, vai agravar todos os outros sintomas patológicos. Em resumo, acredita-se que um centro forte permite uma melhor nutrição e geração de energias necessárias para um melhor e mais rápido processo de cura, pelo que a qualidade e preparação dos alimentos são os dois factores mais importantes na MTC aquando da prescrição de uma dieta específica (Leung PC et al, 2003).

Algumas ervas prescritas nas fórmulas chinesas podem ser cozinhadas em sopas ou outro tipo de confecções culinárias obtendo-se desta forma o efeito terapêutico das ervas na dieta. Um bom exemplo deste tipo de prática consiste na confecção de canja de galinha com a raiz da planta *Angelica sinensis* direccionando a acção da sopa para o fortalecimento e nutrição do sangue (relativo ao efeito da erva) e constituindo assim uma refeição utilizada para o fortalecimento pós parto ou em doenças prolongadas (Cassidy CM, 2002).

Apesar desta notável particularidade, é pelo tipo de categorização dos alimentos efectuada pela MTC que a dieta terapêutica chinesa mais se distingue. Tal como no caso das ervas, existe uma série de parâmetros pelos quais os diferentes alimentos são classificados e organizados segundo categorias, como por exemplo sabor (sapore), temperatura e direcção vegetativa. Alguns alimentos tonificam o Qi (Qi nutritivo - energia vital presente nos alimentos) (Leung PC et al, 2003), outros nutrem o sangue, permitem arrefecer a superfície ou aquecer o interior, outros têm acção diurética ou antiemética e alguns alimentos são utilizados e confeccionados de forma a fortalecer determinados órgãos ou fluídos vitais (Cassidy CM, 2002; Leung PC et al, 2003).

Os alimentos devem ser seleccionados de acordo com a sua estação de crescimento, evitado assim as longas cadeias de transporte ou alimentos congelados durante demasiado tempo. No inverno deve dar-se preferência a alimentos quentes, evitando ingerir comidas frias como saladas e frutas cruas. Neste contexto nem todas as comidas exercem um efeito regulador positivo no organismo: na teoria da MTC acredita-se que as mangas e bananas são responsáveis por gerar humidade interna, que se manifesta por exemplo através de anormais descargas intestinais (Cassidy CM, 2002).

Alguns alimentos podem ainda agravar ou exacerbar determinadas condições. Um bom exemplo é o álcool, que pode originar calor interno, manifestando-se através de dores de cabeça, rubor, olhos vermelhos e hipertensão (Cassidy CM, 2002).

Este tipo de conhecimento permite aos especialistas em dieta terapêutica chinesa actuar na prevenção e cura de doenças através de duas intervenções distintas: por um lado, é efectuada a análise dos alimentos presentes na dieta passíveis de agravar ou causar os sintomas em questão; por outro lado, o médico pode sugerir alterações no domínio alimentar de forma a adicionar alimentos ou receitas potencialmente benéficas para o processo de cura (Cassidy CM, 2002).

Exercícios terapêuticos e meditação

O Tai-chi e o Qi-Gong constituem as duas formas de exercício terapêutico na MTC, envolvendo ambos a coordenação entre respiração e movimentos corporais em sinergia com a concentração e imagens mentais no sentido de promover o livre fluxo de energia (Qi) e sangue, promover a harmonia do espírito, regular as emoções e fortalecer as energias e órgãos internos (Leung PC et al, 2003).

Acredita-se que a base de desenvolvimento do Tai-chi tenha sido inicialmente o Qi-Gong, sendo o primeiro método terapêutico também descrito como “uma abordagem primordial à filosofia do movimento Taoista”. O Tai-chi consiste numa série de movimentos e posturas suaves, lentas, controladas e delicadas executadas segundo uma sequência específica (Crompton P, 1990).

Existem actualmente diversas escolas e modalidades de Tai-chi, que incluem diferentes sequências e combinações de movimentos e posturas, que apesar de delicados têm por base coreografias inspiradas nas artes marciais. Na sua essência, o Tai-chi é uma modalidade de luta adaptada, executada na generalidade a sós e que em determinadas disciplinas faz uso de armas específicas (como a espada do Tai-chi – Tai-chi jian), podendo ser praticada como exercício físico ou de forma mais profunda como meditação “através do movimento” (Crompton P, 1990).

O Qi-Gong, como um dos cinco pilares da Medicina Tradicional Chinesa, consiste numa técnica não invasiva, na qual se executam movimentos específicos e suaves baseados na sua maioria em espirais e círculos, transferências de peso, posturas, relaxamento, visualização de imagens, automassagem e meditação. Estes exercícios conjugados com o controlo dos ciclos respiratórios resultam na regulação global da actividade do sistema funcional vegetativo, o que se traduz num reequilíbrio psicossomático, harmonizando assim o fluxo de Qi – a energia vital do organismo (Greten HJ, 2010; Xin L, Miller YD, Brown WJ, 2007; Sancier KM, Hu B, 1991).

Assim, a palavra Qi-Gong resume as duas principais ideias subjacentes a esta terapia:

- O Qi consiste na energia vital do organismo (Sancier KM, Hu B, 1991; Sancier KM, 1996), constituindo a capacidade vegetativa e individual de um tecido ou órgão para exercer a sua função, podendo esta energia ser identificada como uma sensação de fluxo, pressão ou formigamento (Greten HJ, 2010);
- A palavra Gong, que se traduz pela capacidade de trabalhar esta energia vital (Sancier KM, Hu B, 1991; Sancier KM, 1996).

Desta forma, Qi-Gong pode ser definido como uma forma de “trabalhar a energia (ou Qi) interna” que combina exercícios estáticos com exercícios dinâmicos. Posturas estacionárias são sequenciadas e adoptadas através de movimentos específicos seleccionados de acordo com os diferentes sintomas, com o objectivo de potenciar o fluxo energético e de sangue, bem como de regular o funcionamento dos órgãos vitais e meridianos possibilitando assim outra forma válida de intervenção terapêutica (Crompton P, 1990).

Uma das modalidades mais interessantes do Qi-Gong consiste na automassagem, através da qual o paciente posiciona as mãos em regiões do corpo especificamente determinadas pelo médico, incidindo particularmente num ponto situado alguns centímetros abaixo do umbigo (“o centro”), que se acredita ser o ponto focal de origem do Qi (Crompton P, 1990).

2.4.4. Moxibustão

A moxibustão consiste na aplicação de calor na superfície do corpo através de cones, rolos ou cilindros compostos na maioria dos casos por *Artemisia vulgaris*, erva azeda, amarga e quente cuja consistência permite produzir pequenos rolos semelhantes a rolos de lã. As propriedades inerentes à *Artemisia vulgaris* desde cedo foram identificadas como coerentes com os princípios teóricos de tratamento da MTC, no entanto podem ser adicionadas outras ervas ou substâncias com o objectivo de direccionar o tratamento para um problema específico. Num tratamento normal, o cone de moxa é inflamado com uma chama e a sua combustão em conjunto com as propriedades da *Artemisia vulgaris* permitem o aquecimento dos meridianos, dispersar o frio e a humidade, promover o fluxo energético e de sangue, aliviar a dor associada ao frio e humidade, fortalecer as funções do organismo (yang) e prevenir doenças (Cassidy CM, 2002; Cheng K, Cuy Y, 1987; Cai et al, 1997).

Por norma a moxa é suportada perto da região ou ponto de acupuntura a tratar até se verificar um aumento de temperatura, movendo o cone ou cilindro regularmente para evitar o sobreaquecimento e lesões por queimadura. A moxa pode de igual forma ser utilizada em conjunto com a acupuntura, envolvendo as agulhas nos cilindros de moxa. Este procedimento permite uma transmissão do calor mais rápida através da agulha para o ponto de acupuntura e tecidos mais profundos, porém exige atenção permanente para evitar que a cinza ainda incandescente caia acidentalmente sobre o paciente (Cassidy CM, 2002; Leung PC et al, 2003).

Uma prática antiga que hoje em dia por razões óbvias caiu em desuso, consiste na aplicação directa da moxa sobre a pele, permitindo a sua combustão até ao final, o que provoca a formação de bolhas e cicatrizes devido às altas temperaturas - processo conhecido como moxa de escarificação. A aplicação directa de moxa sobre a pele é uma terapia que caiu em desuso não só pela patente agressão provocada pelo processo, como também pelo desenvolvimento de um método indirecto de aplicação da moxa que envolve a colocação de uma protecção de calor (sal, alho ou uma fatia de gengibre) entre a pele e o rolo de moxa, o que para além de constituir uma forma de isolar e proteger a pele permite adicionar as propriedades terapêuticas destes componentes ao tratamento (Cassidy CM, 2002; Cheng K, Cuy Y, 1987).

A moxibustão tem como principal contra-indicação a presença de sintomas relacionados com o excesso de calor ou síndromes que de acordo com a MTC estejam relacionados com excessiva repleção, como a febre e hipertensão (Cassidy CM, 2002; Cheng K, Cuy Y, 1987). Esta terapia é também contra-indicada na região abdominal, lombar e sagrada em mulheres grávidas (Cheng K, Cuy Y, 1987).

2.4.5. *Cupping* (vacuoterapia)

O cupping consiste numa terapia através da qual uma campânula ou ventosa, por norma constituída em vidro ou bambu é colocada sobre a pele após ser criada uma pressão negativa através de uma chama, o que provoca a deslocação da pele, tecidos adjacentes e fluídos para o interior da campânula (Cassidy CM, 2002; Cheng K, Cuy Y, 1987). Actualmente, as campânulas modernas já possuem um dispositivo específico que permite criar vácuo de forma mecânica evitando o incómodo da utilização de chamas e facilitando o processo de aplicação das campânulas (Cassidy CM, 2002).

Esta terapia engloba a produção de uma área localizada de estase sanguínea que se manifesta sob a forma de uma contusão de cor vermelha e púrpura persistindo durante alguns dias. Por norma considera-se que quanto mais escura ficar a contusão, maior é a quantidade de sangue em estase (Leung PC et al, 2003).

A aplicação de campânulas em simultâneo com a aplicação de agulhas de acupuntura é também uma prática frequente, colocando-se a campânula sobre a agulha com a finalidade de potenciar o seu efeito (Cassidy CM, 2002; Leung PC et al, 2003).

Outra técnica interessante associada ao cupping denomina-se sangramento (bloodletting). Este procedimento constitui uma forma eficiente de tratamento da estase (originada por exemplo como consequência de traumatismos), e consiste em lancetar previamente a área a tratar aplicando em seguida a campânula para facilitar o sangramento da zona em que o sangue se encontra estagnado (Cassidy CM, 2002; Cheng K, Cuy Y, 1987).

O cupping pode ainda ser aplicado em simultâneo com a massagem. Neste caso utiliza-se um meio de contacto entre a pele e a campânula (por norma óleos essenciais ou de massagem) de forma a permitir o deslizamento desta na superfície da pele, promovendo desta forma o fluxo de energia e sangue nas regiões dos meridianos em que foi diagnosticada estase e dispersar o frio através do calor proveniente da melhoria da perfusão e microcirculação (Leung PC et al, 2003).

Através da análise desta informação podemos afirmar que o cupping na MTC tem como aplicabilidade prática o tratamento da estase de energia e sangue, mobilização de fluídos, redução de edemas, redução da dor e dispersar o frio como agente patológico, o que se traduz numa vasta utilização em casos de membros e articulações edemaciadas, hematomas, problemas músculo-esqueléticos, músculos doridos, estase derivada a traumatismo osteoarticular, dor lombar, torácica, cervical, nos ombros e nas pernas (Cassidy CM, 2002; Leung PC et al, 2003; Cheng K, Cuy Y, 1987).

A aplicação de campânulas é contra-indicada nas seguintes situações: sobre o abdómen e lombar em grávidas, sobre regiões topológicas abrangendo grandes vasos sanguíneos, sobre pele alterada devido a presença de edema, directamente em cima de uma contusão, feridas ou úlceras, em pacientes hipocoagulados ou com tendência a sangrar com facilidade, em casos de febre alta, na presença de convulsões e doenças relacionadas com a medula óssea e capacidade de

produção de hemácias (Cassidy CM, 2002; Leung PC et al, 2003; Cheng K, Cuy Y, 1987).

2.4.6. Acupunctura

A palavra acupunctura deriva dos radicais latinos acus (agulha) e pungere (punção) (Wen T, 1989; Jaggar D, 1992, Schoen A, 1993), referindo-se nesse sentido, à inserção de agulhas em pontos específicos do corpo (Cassidy CM, 2002; Leung PC et al, 2003; Chonghuo T, 1993), que na sua maioria se encontram localizados em depressões ósseas, interósseas, intermusculares, tendinosas e articulares (Cassidy CM, 2002; Torro CA, 1997).

Assim sendo, o nome reflecte o tipo de terapia praticada, que consiste na inserção de agulhas metálicas longas e de ponta fina, aplicadas mediante determinadas formas de manipulação que produzem sensações específicas no paciente, visando fundamentalmente obter um processo de cura ou prevenção de uma patologia (Cassidy CM, 2002; Leung PC et al, 2003; Chonghuo, 1993; Cheung L, 2001).

Neste contexto a acupunctura abrange não só uma técnica específica mas também um grande conjunto de conhecimentos teóricos e práticos, representando uma das duas técnicas mais conhecidas constituintes dos cinco pilares base da MTC (Cassidy CM, 2002).

Os textos mais antigos consideram que este processo de cura se deve em princípio ao restabelecimento da circulação de energia ao longo dos condutos energéticos e dos órgãos viscerais, induzindo assim o corpo a uma harmonia de energia e matéria, ou seja, na visão moderna, constitui uma técnica capaz de modular certas funções dos órgãos viscerais, induzindo uma activação somato-visceral reflexa com consequentes alterações no sistema nervoso autónomo (Yamamura Y, 1993).

Apesar de nos últimos anos terem sido desenvolvidas várias investigações baseadas em modelos teóricos plausíveis no sentido de identificar uma base comum para os mecanismos de acção da acupunctura, não foi ainda possível determinar provas científicas significativas que confirmem qualquer destes modelos (Diener HC et al., 2007).

De acordo com os modelos teóricos da MTC, os pontos de inserção das agulhas (acupontos) são localizações específicas situadas na pele e que constituem condutos ou meridianos que não são mais do que canais por onde a energia (Qi) e o sangue são transportados junto da superfície do corpo e que por

norma respondem sensitivamente à estimulação mecânica (Cassidy CM, 2002; Leung PC et al, 2003; Cheng K, Cuy Y, 1987; Qiu, ML et. al, 1993).

Uma vez que a circulação de energia e sangue ocorre em todo o corpo, seria fácil afirmar que qualquer local doloroso à pressão constitui um ponto de acupuntura, porém está comprovado que existem determinadas localizações nas quais existe sempre uma resposta semelhante à estimulação mecânica, podendo estes pontos ser mapeados entre diferentes pessoas. Estes pontos constituem os pontos de acupuntura regulares e conseqüentemente os mais descritos e utilizados no tratamento. Estes variam em número de acordo com os meridianos (de 9 pontos nos meridianos do coração e pericárdio até 67 pontos no meridiano da bexiga) provocando diferentes acções e efeitos quando são estimulados (Cassidy CM, 2002).

Histologicamente um ponto de acupuntura representa uma estrutura tridimensional composta por pele, submucosa e fibras musculares, podendo ainda englobar tendões ou ligamentos. Apesar de esta descrição ser transversal em todas as aproximações à acupuntura, não foi ainda possível associar uma estrutura específica à presença de um ponto. Mais importante do que a sua descrição é o facto de alguns pontos já identificados topograficamente, apresentarem evidência proveniente da observação clínica e teoria médica de que a sua acção é invulgarmente forte e muitos dos pontos têm efeitos bem mais evidentes do que outros (Cassidy CM, 2002).

Apesar da referência a estas estruturas como pontos, o diâmetro e profundidade variam de acordo com a sua localização anatómica, tamanho do individuo e ponto em questão (Cassidy CM, 2002).

Os pontos de acupuntura podem ser incluídos em duas categorias: pontos fixos e pontos com localização variável. Os pontos fixos correspondem aos pontos que compõem os meridianos (pontos regulares) e a pontos extraordinários cuja lista está em crescente expansão (Cassidy CM, 2002).

A soma dos pontos regulares com os pontos extraordinários ultrapassa actualmente as 400 localizações possíveis para inserção de agulhas, cada qual com características únicas relativas à forma como gerem a energia e às suas funções e efeitos fisiológicos (Cassidy CM, 2002).

Os pontos extraordinários têm localizações anatómicas precisas e fixas, porém ao contrário dos pontos regulares podem ser encontrados fora dos meridianos. A lista de pontos extraordinários continua em expansão, sendo-lhes alocados efeitos simples e relativamente focados, pelo que na maior parte das vezes a sua

utilização é efectuada com o objectivo de amplificar ou aperfeiçoar o efeito fisiológico dos pontos regulares (Cassidy CM, 2002).

Os pontos com localização variável são denominados pontos Ah Shi e caracterizam-se pela intensa resposta dolorosa à estimulação mecânica em associação a uma patologia. No fundo o seu comportamento mimetiza o comportamento dos pontos gatilho (ou trigger points), podendo na teoria existir em número ilimitado e localizar-se em qualquer região do corpo. Estes pontos constituem uma estratégia frequentemente utilizada no tratamento de dor muscular aguda (Cassidy CM, 2002).

Uma característica intrigante dos pontos de acupunctura reside no tipo de acção que estes têm, podendo um ponto individual apresentar efeitos tanto a nível local como distal, ou seja, a acção de um ponto pode ser verificada no local onde este se encontra ou noutra região do corpo, que à primeira vista parece não ter nenhuma relação com a zona de inserção da agulha (Cai et al, 1997).

Os pontos pertencentes ao mesmo meridiano têm efeitos semelhantes relativos à função desse mesmo meridiano, no entanto cada ponto tem funções específicas adicionais que permitem a sua utilização de uma forma mais refinada, actuando através de efeitos específicos (Cassidy CM, 2002).

A “ocidentalização” da acupunctura levou à adaptação da nomenclatura atribuída aos pontos: na Europa e Estados Unidos é utilizada a nomenclatura alfanumérica para melhor identificação e localização dos pontos. Como exemplo pode-se referir o ponto ST36, que corresponde ao ponto número 36 de 45 no meridiano do estômago. Algumas escolas somam a esta nomenclatura a tradução do nome do ponto em chinês, o que muitas vezes constitui uma ajuda tanto na sua localização como na identificação das funções e efeitos que lhe são associados (Cassidy CM, 2002).

A acupunctura é efectuada com o paciente numa posição relaxada, sentado ou em decúbito de forma a se obter um acesso fácil às zonas necessárias. As agulhas mais utilizadas por norma são extremamente finas, com uma configuração filiforme e um cabo numa das extremidades que permite o seu manuseamento. Algumas agulhas modernas são comercializadas com um pequeno tubo de plástico, a cânula, que limita a profundidade inicial de inserção das agulhas. Após a inserção da agulha e extracção da cânula, o processo de a manipulação em termos de profundidade e estimulação pode ser efectuada mais facilmente (Leung PC et al, 2003).

Factores como o ângulo de inserção, a direcção e a profundidade da agulha são também importantes na aplicação desta técnica. As agulhas podem ser inseridas na superfície do corpo de forma perpendicular (90°), oblíqua (45°) ou transversa (15°), segundo o tipo de estimulação desejado: as inserções perpendiculares são direccionadas para regiões com abundância de tecidos moles, como por exemplo nos membros. As inserções oblíquas são preferidas nos casos em que o ponto a perfurar se situe perto de órgãos ou estruturas ósseas e as inserções transversas são utilizadas em regiões nas quais o tecido muscular seja reduzido ou inexistente como no caso da cabeça, cara e alguns pontos da mão e do pé (Cai et al, 1997).

Os efeitos terapêuticos após a inserção de uma agulha estão dependentes da chegada de Qi (ou energia) ao local (Cai et al, 1997). O Qi constitui uma forma de energia, ou uma capacidade vegetativa de um tecido ou órgão para exercer as suas funções e que pode ser sentido como uma sensação de pressão, fluxo ou dilatação, podendo a sua acção ser comparada em termos ocidentais às funções do sistema vegetativo (Greten HJ, 2006; Greten HJ 2010).

O tempo de permanência da agulha varia entre os 15 e 30 minutos, no entanto em certos casos, nomeadamente condições agudas como dor ou febre do feno, a retenção da agulha pode ser efectuada apenas por alguns segundos. Durante o período de permanência da agulha, esta pode ser objecto de diversos tipos de manipulação, como rotações, vibrações ou variações da profundidade de inserção. Estas manipulações em conjunção com outros parâmetros como a força, velocidade, profundidade e amplitude da manipulação permitem obter diferentes efeitos clínicos mediante diferentes estimulações. Como exemplos podemos referir a rotação suave, lenta e de amplitude reduzida no caso de quisermos reforçar ou suplementar a acção de um ponto numa síndrome de deficiência, constituindo assim uma técnica supletiva. Comparativamente, em síndromes de excesso são preferidas estimulações mais vigorosas como vibrações e rotações rápidas e de grande amplitude, constituindo assim uma técnica de dispersão do conteúdo energético em excesso (Leung PC et al, 2003).

No final do tratamento a técnica de remoção da agulha tem também influência no tipo de efeito desejado: a aplicação de uma técnica supletiva por norma é procedida de uma remoção suave. Se o objectivo for a dispersão, a remoção da agulha é efectuada de forma mais rápida (Leung PC et al, 2003).

A acupunctura pode assim ser utilizada no tratamento, alívio ou prevenção de um vasto leque de condições. Problemas de saúde femininos, dor, problemas

músculo-esqueléticos, asma, fadiga crónica, disfunções urinárias, infertilidade, febre, problemas gastrointestinais e problemas emocionais são apenas algumas das inúmeras condições que podem ser tratadas através da acupunctura (Leung PC et al, 2003).

Na MTC é considerado que a acupunctura permite restabelecer o equilíbrio interno do organismo, harmonizando a estrutura (yin), a função (yang), a energia (Qi) e a circulação, acreditando-se que a sua acção nos meridianos e vias colaterais é imediata (Leung PC et al, 2003).

Apesar de apresentar poucos riscos, os problemas podem facilmente ser evitados através de boas práticas como a técnica correcta de aplicação das agulhas e integração de processos de limpeza e desinfectação adequados. Os problemas mais evidentes incluem a quebra ou retenção da agulha por emperramento, hematomas e perda de consciência, principalmente em pacientes ansiosos, em estado de exaustão ou com uma constituição física fraca, o que exige uma monitorização regular nas primeiras sessões e se possível o posicionamento do paciente em decúbito em detrimento da posição de sentado (Leung PC et al, 2003; Cheng K, Cuy Y, 1987).

As infecções locais ou sistémicas originadas pelas agulhas ou a perfuração de órgãos (como por exemplo o pneumotórax) são problemas mais sérios possíveis de ocorrer e para os quais a atenção do médico deve ser constantemente dirigida (Leung PC et al, 2003).

A acupunctura apresenta também alguns riscos para o médico, sendo o principal a possibilidade de lesão através da contaminação com agulhas usadas. Neste caso é importante referir a relevância da existência de um contentor próprio no qual são colocadas as agulhas após uso, bem como a utilização de agulhas descartáveis no sentido de evitar a possível contaminação através do sangue com agentes patogénicos responsáveis por doenças como o VIH e as hepatites B e C (Leung PC et al, 2003).

Os pacientes que estão a experimentar a acupunctura pela primeira vez ou que se encontram demasiado ansiosos devem ser mantidos sob vigilância e preferencialmente na posição de decúbito. Em pacientes com constituição física reduzida devem ser evitadas técnicas demasiado fortes. Alguns pontos são contra-indicados em grávidas, particularmente os que se situam no abdómen, região lombar e sagrada e pontos que tenham efeitos na circulação e contracção uterina. A acupunctura deve de igual forma ser evitada durante o período menstrual excepto se for efectuada com o objectivo de regular a menstruação. A

aplicação de agulhas é igualmente contra-indicada em pacientes hipocoagulados, em locais de infecção, úlceras, cicatrizes ou tumores (Qiu ML et. al, 1993).

Em Portugal, a acupunctura é reconhecida pela Ordem dos Médicos como uma “Competência Médica”, em resultado das reflexões da Sociedade Portuguesa Médica de Acupunctura e da aprovação do Conselho Nacional Executivo em 14/05/2002.

2.4.6.1. Electro Acupunctura

A electro acupunctura representa uma variação relativamente moderna da acupunctura tradicional. A aplicação desta terapia exige a ligação de eléctrodos às pegas das agulhas após a sua inserção, fazendo passar uma pequena corrente eléctrica através destas (Leung PC et al, 2003).

Os modelos fisiológicos ocidentais consideram que a aplicação de correntes eléctricas permite alterar a concentração e distribuição iónica nos tecidos, constituindo uma forma eficiente para a regulação do funcionamento do organismo, promoção de analgesia e regulação do tónus muscular (Qiu ML et. al, 1993).

Os modelos fisiológicos inerentes à MTC explicam que os efeitos obtidos através da aplicação de corrente eléctrica nos tecidos são resultado do aumento do fluxo de Qi e sangue (Qiu ML et. al, 1993). Ambos modelos consideram que a aplicação de diferentes tipos de correntes é possível, atribuindo a cada corrente uma acção terapêutica distinta e específica (Leung PC et al, 2003).

De acordo com Qiu et al., (1993) tal como a acupunctura tradicional, a electro acupunctura pode ser indicada numa ampla variedade de patologias. É no entanto contra-indicada em pacientes com pacemaker e por norma não se recomenda a sua utilização em grávidas. Em pacientes com problemas cardiovasculares devem ser tomadas precauções extraordinárias no sentido de evitar a passagem de correntes perto da região do coração.

2.4.6.2. Magnetoterapia

O uso de magnetos como terapia alternativa à aplicação de agulhas tem-se tornado relativamente popular, visto constituir uma técnica não invasiva e cujo grau de desconforto é conseqüentemente menor (Cai et al, 1997).

A magnetoterapia considera a aplicação de sementes ou folhas polarizadas directamente sobre os pontos de acupunctura, originando um campo magnético.

Outros magnetos podem ainda ser colocados na outra extremidade ou no lado contrário do membro ou corpo, permitindo assim a penetração da força magnética nos tecidos mais profundos (Cai et al, 1997).

Este tipo de tratamento é utilizado numa grande variedade de problemas de saúde tais como hipertensão, lesões musculares asma, dor articular, dor menstrual e enjoos (Cai et al, 1997).

2.4.6.3. Acupunctura auricular

Tendo como base o princípio de que todos os meridianos comunicam directa ou indirectamente com a orelha e que na anatomofisiologia inerente à MTC, cada meridiano está associado a um órgão (zang-fu), pode-se afirmar que a orelha se relaciona com os órgãos (Qiu ML et. al, 1993).

Desta forma, a MTC considera um mapeamento topográfico da orelha, na qual é representada a forma de um feto invertido. Para além das regiões do feto corresponderem às regiões e órgãos do corpo, existem ainda pontos específicos com acções e funções terapêuticas particulares (Qiu ML et. al, 1993).

Para além das agulhas específicas para a acupunctura auricular, podem também ser aplicadas pequenas sementes pontiagudas fixas por um adesivo durante um período de dois a três dias e que devem ser pressionadas diariamente (2 a 3 vezes) com o objectivo de estimular o ponto ou região considerada e desta forma provocar o seu efeito terapêutico (Qiu ML et. al, 1993).

Tal como na acupunctura normal, a nível auricular os pontos podem ser usados tanto para tratamento como para diagnóstico. Pontos sensíveis, dolorosos e alterações de coloração em determinadas zonas da orelha podem indicar a presença de um problema nas regiões, órgãos e funções correspondentes no corpo (Qiu ML et. al, 1993).

A sua utilização abrange diversas áreas da medicina, podendo ser utilizada por exemplo em arritmias, insónia, hipertensão, epilepsia, amigdalite, problemas intestinais, dor ciática, cefaleia e em dermatologia Chen K, Cui Y, 1991

2.4.6.4. Acupunctura de escalpe

A acupunctura de escalpe difere das outras formas de acupunctura no sentido em que ao contrário da normal estimulação de pontos para regulação interna, considera que a estimulação deve ser efectuada segundo áreas específicas no crânio. Na generalidade estas áreas sobrepõem-se a regiões específicas do

encéfalo sobre as quais exercem uma influência clínica relevante (Leung PC et al, 2003).

Podemos referir por exemplo, a área sensorial (localizada sobre a zona correspondente no encéfalo) utilizada no tratamento de vertigens, desorientação e cefaleias, uma área motora utilizada no tratamento de afasias (dificuldade em compreender o discurso) e uma área visual, localizada no lobo occipital e utilizada no tratamento de problemas visuais relacionados com a função cortical (Qiu ML et. al, 1993).

A electroestimulação é regularmente utilizada no tratamento de lesões encefálicas tais como acidente vascular cerebral, epilepsia, paralisias, afasias e vertigem. Pode ainda ser utilizada no tratamento de vários tipos de neuralgia, dor muscular e enurese nocturna, entre outras (Qiu ML et. al, 1993).

Em alternativa à electro acupuntura, pode proceder-se à estimulação mecânica manual das agulhas inseridas no escalpe. Esta técnica envolve uma rápida inserção da agulha, procedida de rotações rápidas (cerca de 200 rotações por minuto) durante um período de 30 a 60 segundos. Esta manipulação é repetida mais duas vezes, sendo sempre intervalada por períodos de pausa que podem durar vários minutos (Qiu ML et. al, 1993).

2.5. Fisiologia da acupuntura

Descrita de uma forma sucinta, a prática da acupuntura atribuí maior importância à perspectiva energética do que ao nível molecular, o que justifica as características únicas relativas à sua terminologia, procedimentos de diagnóstico, etiologia, modalidades terapêuticas, fisiologia e anatomia. Na realidade, a MTC distingue-se de tal forma da medicina Ocidental que não existem meios de explicar uma abordagem através da outra: um exemplo desta afirmação pode ser encontrado na própria definição de saúde ou ausência de patologia inerente aos modelos teóricos da acupuntura, que considera que a ausência de doenças é o resultado de um fluxo constante, dinâmico e regulado de energia (Qi) através de um sistema de canais empiricamente definido (meridianos). Apesar de reconhecer o valor da acupuntura no tratamento de doenças e alívio de sintomas, a medicina Ocidental não conseguiu ainda identificar este tipo de estruturas nem uma forma de quantificar ou detectar a energia (Cassidy CM, 2002).

Apesar das divergências relativas ao método clínico ocidental e da dificuldade em traduzir alguns conceitos próprios da MTC (como o Qi, meridianos e sangue - xue), nas últimas décadas foi possível produzir evidência científica suficiente para

confirmar a eficiência e medir os efeitos inerentes à acupunctura (Cassidy CM, 2002).

Ao assumir estas afirmações e admitir a eficiência da acupunctura, a medicina Ocidental assume também que independentemente das explicações tradicionais dos efeitos da acupunctura, existe um modelo biomédico que correlacione a perfuração de determinados pontos no corpo com os efeitos até agora identificados (Cassidy CM, 2002).

As investigações mais recentes indicam que o estímulo sensorial e o microtrauma desencadeado pela agulha permitem influenciar a actividade das vias nervosas, a libertação de neurotransmissores e hormonas, respostas imunitárias e vasculares e até provocar a activação ou inibição de genes (Cassidy CM, 2002).

2.5.1. Co-relações estruturais e funcionais dos pontos de acupunctura

A técnica mais comum de colocação de uma agulha em MTC consiste na sua inserção nos pontos pré-definidos perfurando as camadas da epiderme, derme e fáscia, penetrando no tecido muscular no sentido de provocar uma sensação reflexa típica semelhante a uma dor difusa, denominada pela MTC de Qi, ou a “chegada de Qi” (Cassidy CM, 2002).

Em contraste, na acupunctura Japonesa são utilizados os mesmos pontos sendo-lhes atribuídos efeitos clínicos semelhantes, no entanto a profundidade da perfuração é significativamente inferior e por norma não é esperada nenhuma reacção semelhante ao de Qi (Cassidy CM, 2002).

Esta diferença na profundidade de inserção das agulhas sugere que as diferentes funções dos pontos de acupunctura poderão ser estabelecidas nas camadas dérmicas e fasciais uma vez que estas são as camadas de tecido comuns aos dois tipos de tratamento (Cassidy CM, 2002).

Histologicamente não foi ainda possível determinar nenhum marcador morfológico ou topográfico aceite na generalidade que possa indicar com rigor a possível localização de um ponto de acupunctura. No entanto estão já identificados diversos tipos de estruturas cuja presença se co-relaciona com a localização dos pontos, sendo as de maior interesse as correspondentes à distribuição dos nervos sensoriais cutâneos. Dependendo da espessura dos tecidos, as regiões onde classicamente são documentados os pontos de acupunctura apresentam maior densidade de terminações nervosas sensoriais, terminações nervosas livres (não especializadas) e maior probabilidade de feixes

nervosos e vasculares penetrarem as camadas da fáscia. Mesmo em regiões nas quais a fáscia não apresente uma camada claramente distinta, como na face ou no escalpe, pode facilmente ser identificada a maior densidade de feixes de nervos e vasos sanguíneos alinhados com os locais correspondentes aos pontos de acupuntura (Cassidy CM, 2002).

Apesar de os textos clássicos da MTC apontarem as localizações precisas dos pontos, permanece a hipótese de que os melhores efeitos clínicos poderão ser observados através da estimulação das regiões com maior densidade de terminações nervosas, ao invés de um ponto específico (Cassidy CM, 2002).

Os pontos de acupuntura podem ainda ser localizados em co-relação com outras estruturas como pontos motores (localizações cutâneas que se sobrepõem às junções neuromusculares), pontos gatilho (pontos focais de hipersensibilidade à palpação relacionados com um traumatismo ou lesão muscular), mastócitos (células responsáveis pela liberação de histamina e heparina pertencentes ao sistema imunitário) e junções celulares (especializações da membrana plasmática das células cuja função consiste na ligação entre células vizinhas ou entre células e matriz extracelular) (Cassidy CM, 2002).

O fenómeno da dor referida em relação aos pontos gatilho é também interessante no domínio da fisiologia da acupuntura. A dor é frequentemente solicitada pela estimulação mecânica de pontos gatilho localizados em tecidos cutâneos distantes do local original onde esta é produzida, verificando-se a existência de um padrão específico para cada músculo ou órgão visceral relacionado. Estes pontos de dor parecem apresentar similaridades com os pontos Ah Shi.

As correspondências entre os sistemas de diagnóstico da dor aproximam-se ainda mais em algumas descrições nas quais os padrões específicos da dor associados aos pontos gatilho aparentam uma relação topográfica com as linhas correspondentes aos meridianos (Cassidy CM, 2002).

De acordo com Baldry PE, (1993), em 85% dos pacientes com dor lombar crónica, quando pedido que façam a descrição da sua dor através de um desenho, estes representam linhas que correspondem ao curso de determinados meridianos.

Alguns locais de hipersensibilidade semelhantes a pontos gatilho e a padrões de dor muscular foram reconhecidos como tendo origem em tecidos diferentes daqueles onde se manifestam, incluindo a fáscia, articulações e tendões e ligamentos pertencentes à parede abdominal. Pistas relativas aos mecanismos

neurais responsáveis por este fenómeno podem residir nas hipóteses concebidas para explicar a dor profunda oriunda dos órgãos viscerais (Cassidy CM, 2002).

Apesar da reduzida densidade de receptores nociceptivos projectados directamente no sistema nervoso central característica das vísceras, estes tecidos aparentam possuir a capacidade de recrutar neurónios nociceptivos aferentes localizados á superfície (cutâneos), num padrão específico de forma a amplificar os sinais neurais de perigo enviados para o encéfalo (Cassidy CM, 2002).

Uma vez que o recrutamento de fibras cutâneas deriva da despolarização dos terminais pré-sinápticos situados na medula espinal, a transmissão do sinal nervoso na direcção do encéfalo ocorre de forma anterógrada e para a periferia de forma retrógrada. O sinal transmitido para o encéfalo é idêntico aos sinais originados pelos receptores nociceptivos da pele, o que justifica a razão pela qual o encéfalo interpreta a dor visceral como proveniente de regiões à periferia. Com chegada da resposta neural eferente à periferia, os axónios colaterais periféricos estimulam a libertação local de péptidos com propriedades vasodilatadoras e nociceptivas, o que explica a dor e hipersensibilidade característica dos pontos Ah Shi ou dos pontos gatilho (Cassidy CM, 2002).

Este esquema de recrutamento nervoso baseia-se na evidência de que os neurónios raquidianos responsáveis pela transmissão dos impulsos sensoriais provenientes da pele são também capazes de receber os sinais nervosos viscerais. É particularmente interessante verificar que no contexto da acupuntura o efeito das agulhas ser visto como uma estimulação das vias somato-viscerais no sentido inverso. Desta forma a acupuntura permite enviar sinais nervosos a partir da pele para um órgão em disfunção, desencadeando uma resposta de acção imunológica e vascular local. São no entanto necessários ainda mais estudos relativos à convergência das vias aferentes cutâneas e das vísceras no sentido de obter mais informação relativa à alocação que MTC atribuí entre os pontos de estimulação mecânica localizados à superfície e os órgãos viscerais correspondentes (Cassidy CM, 2002).

O mapeamento neurofisiológico das correspondências somato-viscerais poderá ser útil na resposta a uma questão ainda mais enigmática, que se refere ao motivo da alocação restrita de funções especializadas apenas a determinadas regiões - os pontos de acupuntura, tendo em conta que toda a superfície possui uma grande densidade de estruturas nervosas. Algumas teorias tentam dar resposta a este enigma, se bem que de forma parcial, com base nos padrões de conectividade entre as fibras periféricas e centrais existentes nestes locais. A

resposta a esta questão permitiria aferir se a acupunctura de pontos fixos é mais eficiente na modulação dos impulsos viscerais aferentes do que a modulação efectuada pela perfuração de pontos locais de localização variável (pontos Ah Shi) (Cassidy CM, 2002).

2.5.2. Co-relações biomédicas dos pontos de acupunctura

A análise através de uma perspectiva biomédica realça o contraste existente entre a relativa falta de evidência anatómica dos pontos e meridianos com a crescente quantidade de dados a corroborar a hipótese de que a inserção de agulhas nos locais topográficos correctos provoca alterações fisiologicamente relevantes numa série de marcadores fisiológicos e moleculares (Cassidy CM, 2002).

Os efeitos obtidos através de um tratamento de acupunctura podem ser agrupados em duas categorias principais: a primeira está relacionada com as respostas locais induzidas pelo microtrauma associado à perfuração e a segunda categoria consiste nas respostas distais ou sistémicas mediadas pelas vias sensoriais e simpáticas (Cassidy CM, 2002).

2.5.2.1. Efeitos locais anti-inflamatórios e na circulação sanguínea

Está provado que os neurónios sensoriais primários, cujas terminações musculares e dérmicas constituem prováveis locais de acupunctura, respondem à estimulação através da libertação dos mesmos neurotransmissores presentes nos seus terminais sinápticos centrais. Dois destes neurotransmissores, a substância P e o péptido relacionado com o gene da calcitonina (CGRP), actuam na periferia tanto como vasodilatadores como transmissores de informação para a medula espinal. Diversos estudos verificaram já a existência de uma co-relação positiva entre a aplicação de agulhas nos pontos de acupunctura, a libertação local de substância P e CGRP e o aumento da circulação periférica (Cassidy CM, 2002; Jansen G et al, 1989).

Estão também documentadas alterações a nível vascular como resultado da estimulação através de electro acupunctura e acupunctura manual, verificadas pelo aumento da temperatura superficial da pele bem como pelo aumento da microcirculação tanto em animais como em humanos (Cassidy CM, 2002; Jansen G et al, 1989; Kashiba H, Ueda Y, 1991; Ernst M, Lee MH, 1985; Litscher G et al., 1998; Guimarães CM, et al., 1997).

A vasodilatação periférica relacionada com a acupunctura é uma provável consequência da libertação de substância P e outros vasodilatadores dos axónios colaterais para os vasos sanguíneos, podendo este fenómeno ocorrer de forma directa ou através da activação de neurónios simpáticos (Cassidy CM, 2002; Leong ML et al., 1987).

Por sua vez as respostas anti-inflamatórias co-relacionam-se com reduzidos níveis de histamina e prostaglandinas presentes nos exsudados resultantes do processo inflamatório, o que sugere que a acupunctura pode inibir a libertação local destas substâncias nas membranas nervosas e nos mastócitos. No entanto a investigação alusiva a este tema realizada por Leong et al., (1987) falha em associar estes efeitos aos locais específicos de acupunctura uma vez que as referidas alterações na resposta inflamatória foram detectadas após colocação de agulhas em três locais diferentes (Cassidy CM, 2002; Leong ML et al., 1987).

Os efeitos anti-inflamatórios nos casos de inflamação crónica podem estar relacionados com a libertação da hormona adrenocorticotrófica (ACTH) na glândula pituitária devido à síntese de esteróides adrenocorticais anti-inflamatórios desencadeada pela perfuração da agulha. A maioria dos estudos nesta temática envolve um controlo rigoroso dos testes através da inclusão de acupunctura em locais onde não existem pontos de acupunctura, verificando que nestes casos não é desencadeada qualquer resposta anti-inflamatória. Este facto interessante pode revelar que a libertação de ACTH não constitui uma resposta não específica mas sim em resultado da terapia em pontos de acupunctura reais (Cassidy CM, 2002).

Regulação das funções do sistema cardiovascular

Apesar de os modelos teóricos da MTC tratarem a acupunctura como uma terapia que abrange um vasto espectro de condições patológicas, a nenhum outro tema foi dada tanta relevância científica como à questão da gestão da dor. É no entanto interessante verificar o progresso recente em áreas como o controlo da função gastrointestinal, imunológica e cardiovascular através das pesquisas bibliográficas efectuadas. A investigação neste sentido tem vindo a determinar vários efeitos associados à acupunctura no domínio destes três sistemas, no entanto, ainda não existe informação suficiente relativa a um dos aspectos mais interessantes da acupunctura nesta área e que consiste na sua capacidade de gerar respostas bidireccionais, ou seja, de a perfuração do mesmo ponto de acupunctura poder induzir actividade numa “hipo condição” ou diminuir uma “híper condição” mediante diferentes técnicas de estimulação (Cassidy CM, 2002).

Os efeitos da acupunctura na frequência cardíaca, tensão arterial e outros parâmetros relacionados com as funções cardiovasculares têm sido documentados tanto em humanos como em animais híper e hipotensos. Estudos demonstram que a electro estimulação do ponto ST36 ou uma estimulação mecânica semelhante à acupunctura na região do nervo ciático permitem normalizar a tensão arterial em ratos nos quais foi provocada a hipotensão através da colheita de grandes quantidades de sangue e em cães com hipertensão provocada pela administração de epinefrina (Cassidy CM, 2002; Yao T, 1993; Filshie J, White A, 1998).

No ensaio experimental relativo aos cães, a electro acupunctura para além dos efeitos na tensão arterial, foi capaz de atenuar a redução do fluxo sanguíneo associada à epinefrina. Neste estudo foi ainda efectuada uma experiência que incluiu a administração prévia de naloxona (um antagonista dos receptores opiáceos) que bloqueou a acção da electro acupunctura. Esta evidência parece indicar que os efeitos vasodilatadores associados à electro acupunctura são mediados por opiáceos endógenos (Cassidy CM, 2002; Yao T, 1993; Filshie J, White A, 1998).

No estudo relativo aos ratos, foi verificada a normalização da tensão arterial em duas populações de ratos com híper e hipotensão congénita. As investigações efectuadas como follow up deste estudo envolvendo um pré-tratamento com fármacos sugeriram a hipótese de os efeitos depressores associados à acupunctura serem mediados através da libertação de opiáceos endógenos e serotonina. Os efeitos estimulantes associados à acupunctura (normalizar a hipotensão) não sofreram alterações mediante a administração de naloxona, porém foram atenuados pela escopolamina (antagonista dos receptores muscarínicos e anticolinérgico), o que sugere que estes efeitos poderão envolver os mecanismos colinérgicos centrais (Cassidy CM, 2002; Yao T, 1993).

Verificados estes efeitos em populações de animais, não é de admirar que a investigação relativa à acupunctura e respectiva capacidade de suportar a homeostasia e a função cardíaca esteja a ser posta em prática também em sujeitos humanos. No entanto os resultados obtidos quando os parâmetros são estudados sob a forma de valores médios ficam muito aquém daqueles verificados nas investigações com animais (Cassidy CM, 2002; Tayama et al., 1984).

No entanto quando a investigação é alusiva aos efeitos individuais em cada participante, os outputs verificados são substancialmente diferentes. Um estudo

com desenho cruzado no qual foram estimulados através de electro acupuntura os pontos LI4 e LI10 e comparados com uma estimulação em pontos placebo revelou diferenças bastante significativas, sendo capaz de normalizar a função cardíaca tanto em indivíduos cujas frequências cardíacas estavam demasiado baixas como em indivíduos cujas frequências cardíacas estavam demasiado elevadas. Verificaram-se ainda efeitos moduladores semelhantes para a perfusão sanguínea na pele e para o produto entre a tensão arterial e frequência cardíaca. Note-se que se estes dados fossem analisados através dos valores médios e não dos valores individuais, nenhum destes valores apresentaria um resultado estatisticamente significativo (Cassidy CM, 2002; Ballegaard S et al., 1993).

2.6. Doença na Perspectiva da MTC

Uma fase compõe uma parte do movimento circular ou sinusoidal, representando uma tendência vegetativa. Estas tendências vegetativas quando adaptadas ao organismo Humano representam um processo de regulação, caracterizado pelas manifestações típicas de cada fase (os orbs). Quanto mais forte for esta tendência (ou vector), mais evidentes são estas manifestações (Greten, 2006; Porkert, 1995).

Desta forma, podemos através da análise da curva sinusoidal obter dois possíveis estados funcionais (Greten, 2006; Porkert, 1995):

- O *continuum* funcional/energético mediante o qual os sinais e sintomas desaparecem no processo transicional;
- A predominância de um sintoma, que persistindo passa a dominar-se sintoma crítico. Esta denominação resulta da palavra grega *crisis*, cuja tradução significa decisão. Assim sendo, este sintoma crítico representa o sintoma decisivo, ou seja, o sintoma que leva às decisões relativas ao diagnóstico da desregulação e respectivo tratamento. Nota: este sintoma apenas se torna crítico a partir do momento em que é possível separá-lo do *continuum* e que o paciente sente que este sintoma não é normal.

Segundo a MTC, existem quatro mecanismos passíveis de originar uma desregulação, que a persistirem levam ao desenvolvimento da doença (Greten, 2006; Porkert, 1995):

2.6.1. Problemas transaccionais

O movimento expresso pelo vector inerente a uma fase deve obrigatoriamente transformar-se no vector relativo à fase seguinte. No entanto, por vezes existe uma dificuldade de transformação de uma fase em outra. Este problema pode dever-se a uma insuficiência da fase Terra em transformar as respectivas energias de uma fase para a outra.

2.6.2. Desequilíbrio entre fases: agonista/antagonista

A roda das fases (ou círculo) exprime os vectores correspondentes a estas tendências vegetativas como um sistema de coordenadas, nas quais as fases de diferentes pólos (Yin e Yang) são consideradas antagónicas.

Como exemplo, podemos referir o equilíbrio na relação entre a fase Madeira e a fase Metal. Um desequilíbrio entre as acções destas duas fases, leva à predominância de uma relativamente à outra, o que provoca a persistência dos sinais clínicos característicos dessa fase (Greten, 2006; Porkert, 1995).

O referido exemplo pode ser interpretado através da curva sinusoidal como um desequilíbrio entre as forças ascendentes da fase Madeira e descendentes da fase Metal. A asma constitui um bom exemplo deste tipo de desequilíbrio, no qual o orb Pulmonar, constitucionalmente enfraquecido, é sobrecarregado pela acção do orb Hepático. Este desequilíbrio Madeira-Metal, remete-nos para a localização de sintomas associados ao Fígado (calor, constrição, contracção, tensão) nas áreas pertencentes ao orb Pulmonar (tracto respiratório) (Greten, 2006).

2.6.3. Excesso de um agente

Um agente patogénico é um factor capaz de alterar a normal função orgânica, influenciando os vectores das fases e produzindo sintomas e sinais específicos, que a permanecerem podem promover um padrão de sintomas (Greten, 2006).

A MTC caracteriza os agentes como internos, externos e neutros. Os agentes externos constituem reacções do organismo a influências climatéricas, o que justifica a denominação adoptada pela MTC relativamente a estes patogénicos que em seguida se apresentam. Note-se que estes agentes apenas se tornam num factor patogénico se persistirem e excederem as capacidades de compensação do corpo (Greten, 2006; Porkert, 1995).

Os seis agentes externos são os seguintes (Greten, 2006):

- *Ventus* – reacção orgânica semelhante à exposição excessiva ao vento (síndrome do cabriolet). É um agente pertencente à fase Madeira, apresentando como principais sintomas espasmos, tensão, mucosas vermelhas, corrimento nasal, rubor e dor espontânea irregular. De uma perspectiva ocidental é caracterizado como uma reacção dos mastócitos à libertação de substância P e actividade reflexa do controlo motor, o que corresponde às manifestações dos orbs Hepático e Vesícula Biliar;
- *Algor* – agente que provoca sintomas semelhantes à exposição ao frio, como por exemplo rigidez muscular, dor dilacerante localizada com surgimento gradual, pele fria e palidez. Está alocado à fase Água e do ponto de vista clínico ocidental é descrito como a diminuição da microcirculação;
- *Humor* – reacção semelhante à exposição prolongada a um ambiente húmido, podendo manifestar-se através de membros edemaciados com diminuição da amplitude de movimento, sensação de peso, dor difusa e generalizada, dispneia e atraso na actividade muscular. A fase que corresponde a este agente é a Terra e a medicina ocidental considera este agente como representativo dos mecanismos responsáveis pelo desenvolvimento de edema ou pré-edema;
- *Ariditas* – reacção a uma exposição prolongada a um ambiente seco. Os principais sintomas são sede e pele e mucosas secas. Pertence à fase Metal e do ponto de vista ocidental é visto como resultado da activação dos mecanismos de retenção de fluidos;
- *Aestus* – agente responsável por desencadear uma reacção semelhante à exposição a um calor extremo. Os principais sintomas são a hipertermia, confusão, alterações do sistema sensorial, náusea e palpitações. Está alocado à fase Fogo, correspondendo na visão ocidental aos sintomas provocados por um choque térmico por calor;
- *Ardor* – Iguamente pertencente à fase Fogo, este agente é responsável por provocar sintomas como rubor cutâneo, edema, dor profunda que

piora com o calor ou pressão e que por vezes assume um carácter pulsátil. Do ponto de vista ocidental é comparado com os sintomas originados por um processo inflamatório.

A MTC considera os agentes internos emoções. Estes agentes constituem um movimento vectorial com origem interna, que tende a direccionar o sentido da curva sinusoidal (ou do círculo das fases) para longe do estado de equilíbrio emocional que corresponde ao centro (Greten, 2006).

Os sete agentes internos ou emoções são os seguintes (Greten, 2006; Porkert, 1995):

- *Voluptas* - Agente pertencente à fase Fogo e associado ao orb Cardíaco. Corresponde ao prazer desmesurado, manifestando-se pela projecção de sentimentos desproporcionada e excessivamente teatral. Em caso de persistência, esta emoção sobrecarrega os orbs Cardíaco e Pericárdico, podendo desta forma provocar danos no orb Renal;
- *Ira* - Referente à fase Madeira e com afinidade para o orb Hepático, esta emoção caracteriza-se pela acumulação de tensão, emoções e acções. A ira suprimida e a tristeza interna (*maeror*) constantes bloqueiam os sucessos da vida pois inibem a capacidade de iniciativa;
- *Sollicitude* - Associado à fase Metal, este agente caracteriza-se pela preocupação excessiva, podendo manifestar-se através de distúrbios do sono, diminuição da resistência ao stress, tosse, respiração superficial, indiferença e diminuição do apetite, apresentando por isso repercussões directas em todos os processos rítmicos referentes aos orbs que compõem a fase Metal.
- *Cogitatio* - Emoção pertencente à fase Terra e caracterizada pela excessiva reflexão, ao ponto de o próprio pensamento se tornar em algo que nos “digere internamente”. Afecta de igual forma os dois orbs centrais, provocando distúrbios na digestão e assimilação, frustração e como consequência uma evidente fadiga;
- *Maeror* - Pertence à fase Metal e caracteriza-se pela excessiva tristeza. Afecta as funções dos orbs Pulmonar e do Intestino Grosso, podendo por exemplo diminuir as defesas contra agentes externos pelo

enfraquecimento do Qi defensivum, energia subjacente ao orb Pulmonar;

- *Timor* - Agente interno alocado à fase água e caracterizado pelo medo. Afecta principalmente o orb Renal, sendo caracterizado por sintomas como timidez, voz fraca, medo de tomar a iniciativa, fobias e excessivo racionalismo;
- *Pavor* - Corresponde ao sentimento de choque e pertence à fase Madeira. Tem afinidade para os dois orbs pertencentes a esta fase, correspondendo a uma disfunção crónica do orb hepático. Manifesta-se tipicamente através de confusão, inibição repentina, acções contraditórias e desorientação.

A MTC considera os agentes neutros como todos os factores da vida diária passíveis de provocar desequilíbrios adicionando vectores ao traçado da curva sinusoidal e desta forma desviar o gráfico da posição central. Estes desequilíbrios podem ter como origem diversos factores, como por exemplo, sobrecarga de trabalho, má alimentação, infecções e repouso insuficiente (Greten, 2006).

2.6.4. Deficiência de Yin

A deficiência de Yin refere-se à falta de substância em si, de tecido funcional ou de células capazes de desempenhar uma função, afectando por isso as capacidades regenerativas. Este mecanismo patológico é responsável pela alteração de todo o traçado da curva

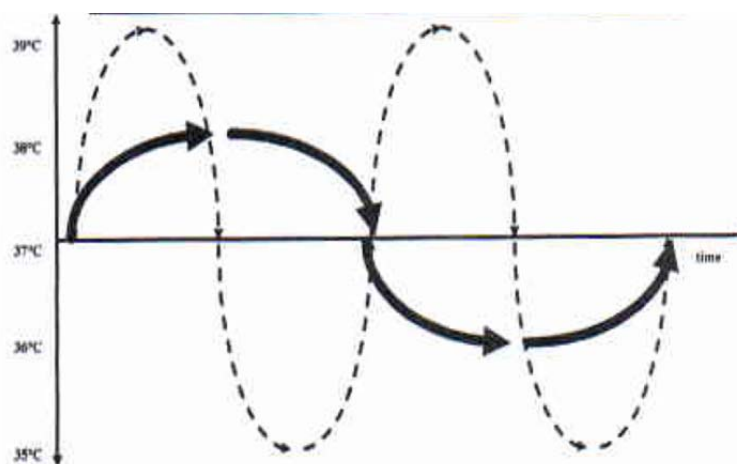


Fig. 1 – Alterações típicas da curva sinusoidal na deficiência de Yin (adaptado de Greten HJ, 2006)

sinusoidal, amplificando as manifestações das fases através de “valores Yang” mais elevados e “valores Yin” mais baixos, bem como através da diminuição do tempo entre fases. Estas alterações provocam uma sucessão de fases mais rápida do que o normal, com predomínio de sintomas contraditórios mediante a fase da curva na qual o paciente se encontra, o que naturalmente leva à fadiga, exaustão

e conseqüente tendência para enfraquecer as defesas (Greten, 2006; Porkert, 1995).

2.7. O Modelo de Heidelberg

O Modelo de Heidelberg explica os conceitos relativos à MTC de uma forma racional e contemporânea, tendo por base conceptual uma teoria de regulação neurovegetativa. Estas características permitem através do Modelo de Heidelberg esclarecer de que forma o Yin e o Yang contribuem para a

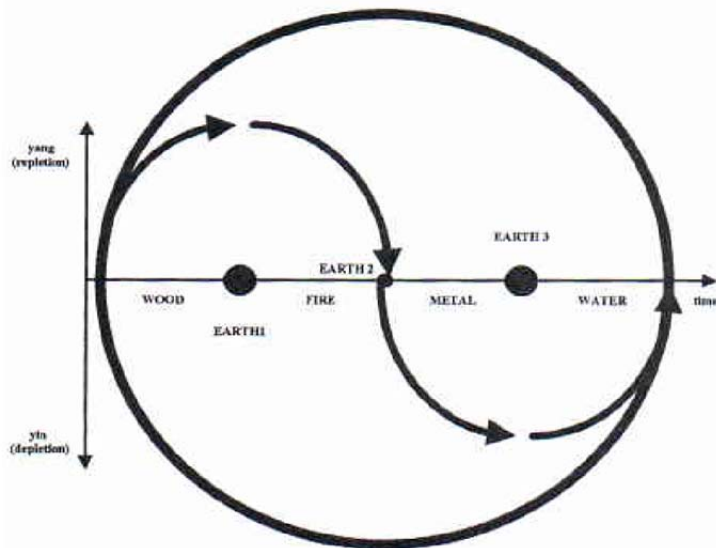


Fig. 2 – Fou qi (adaptado de Greten HJ, 2006)

medicina, tendo por base um modelo fisiológico de regulação que permite interpretar as diferentes interações e funções circulares do corpo humano através de uma curva sinusoidal (Greten HJ, 2006).

O símbolo fou qi (ou taiji) reflecte precisamente estas interações, contendo em si toda a simbologia relacionada com o movimento do qi e passagem das fases, os conceitos de Yin e Yang e a representação tanto do modelo circular como da curva sinusoidal.

O significado matemático deste símbolo refere-se à capacidade da linguagem binária formada pelo Yin e o Yang em descrever as funções circulares tais como a regulação, devendo ser observado não como um sinal de uma abordagem mística ou filosófica, mas sim como um símbolo de aproximação científica aos processos naturais do corpo Humano (Greten HJ, 2006).

A fase Terra conforme descrita neste símbolo situa-se numa posição central (daí a popular expressão “centro” muitas vezes utilizada em alusão à fase Terra) exerce um importante papel de regulação em dois momentos do movimento: na primeira metade, na qual os valores de actividade vegetativa se encontram todos acima do centro (Yang), a regulação efectuada pela Terra ocorre no sentido descendente; na segunda parte do símbolo, todos os valores de actividade

vegetativa estão abaixo do centro (Yin), o que faz com que a Terra exerça uma regulação ascendente. Estas características permitem afirmar que a fase Terra significa regulação e transformação (Greten HJ, 2006).

De acordo com Greten (2006), a curva sinusoidal acima descrita pode representar a actividade vegetativa, de forma a que na parte do gráfico correspondente às fases Yang haja predominância da actividade simpática, enquanto nas fases Yin predomina a actividade parassimpática ou vagal. Desta forma pode ser definido um complexo padrão de funções físicas vegetativas envolvendo a actividade das vias neuronais e neurotransmissores, que fisiologicamente são descritas pela medicina ocidental de acordo com a representação esquematizada na parte inferior da seguinte imagem:

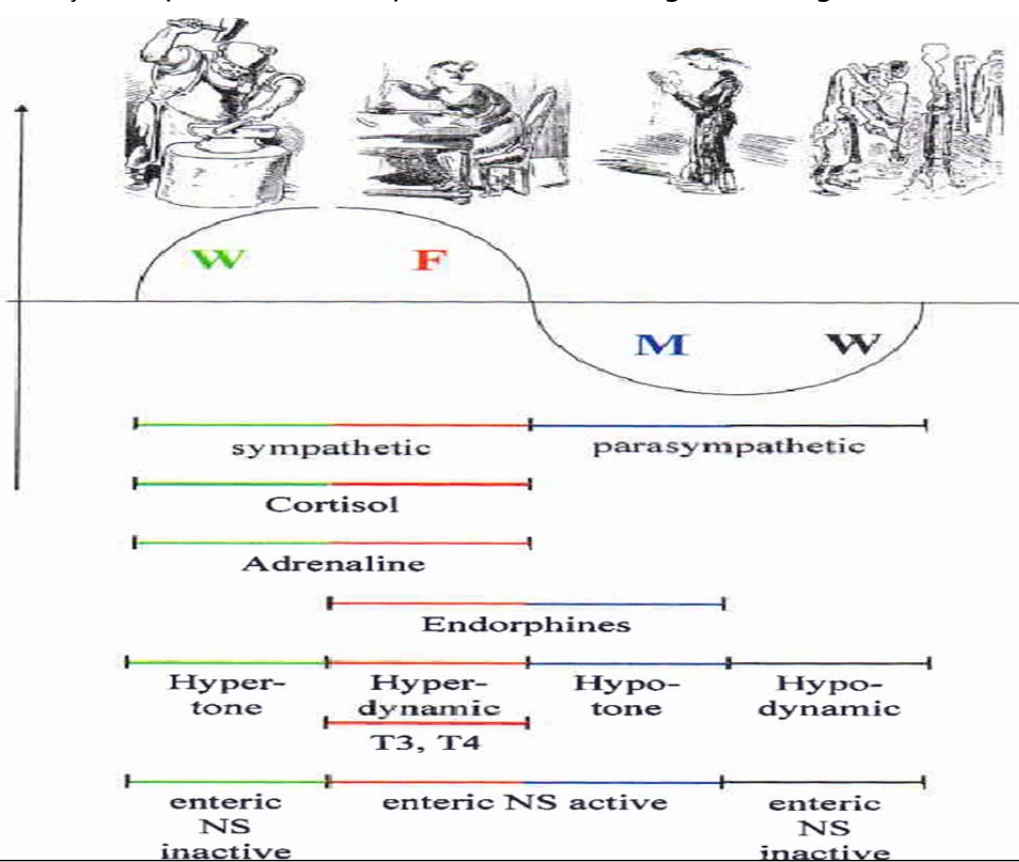


Fig. 3 – Curva sinusoidal, actividade vegetativa, fases e funções (adaptado de Greten HI. 2006)

As figuras representadas na parte superior da imagem simbolizam na linguagem da MTC a aparência física das referidas funções vegetativas na forma de sinais físicos observáveis, ou seja, a descrição dos grupos de sinais clínicos relevantes pela MTC na parte superior da imagem corresponde às mesmas funções representadas na parte inferior em termos da medicina ocidental e o seu

conceito de transmissão neuronal, neurotransmissores e sistema vegetativo (Greten HJ, 2006).

Segundo a descrição efectuada pela MTC, a parte esquerda (Madeira e Fogo – W e F, respectivamente) corresponde a fases Yang, enquanto que a parte direita da figura, (Metal e Água – M e W, respectivamente) correspondem ao Yin.

Cada uma das fases (Madeira, Fogo, Terra, Metal e Água) corresponde a vectores direccionais que representam a actividade de funções internas específicas, referindo-se ao movimento do Qi. Desta forma, os sinais e sintomas clinicamente relevantes (orbs) constituem uma manifestação deste movimento interno (Greten HJ, 2006).

Tecnicamente, as fases metaforizam as seguintes funções:

- Madeira tem a função de criar o potencial;
- Fogo tem a função de transformar o potencial em acção;
- O Metal representa a mudança energética de Yang para Yin, o que significa uma relativa descida do nível de energia e faz com que a principal função desta fase seja a distribuição rítmica da energia;
- A Água representa as funções relacionadas com a regeneração;
- A Terra tem as funções de regulação e transformação para que o ciclo seja possível.

A fase Madeira (W) contém os orbs Hepático (Yin) e Vesícula Biliar (Yang). O orb Hepático é responsável por gerar imaginação, excitação, iniciativa e capacidade de decisão, cabendo ao orb da Vesícula Biliar administrar, controlar e orientar as iniciativas, decisões e impulsos. De uma perspectiva energética, o orb Hepático é visto pela MTC como repositório do Qi constructivum individual (divisão do Qi responsável por originar novos tecidos) e de xue, cabendo à Vesícula Biliar as funções de controlo do fluxo energético nos meridianos e mobilização do Qi defensivum (divisão do Qi que se situa à superfície da pele que constitui a nossa primeira barreira de defesa face a invasores externos) para fora dos meridianos (Porkert, 1995).

A fase Fogo (F) representa uma fase diferente pelo facto de lhe serem alocados 4 orbs, ao contrário dos 2 orbs característicos de cada uma das outras fases. Os orbs pertencentes à fase Fogo são o Cardíaco (Yin) e Intestino Delgado (Yang), o Pericárdio (Yin) e o Tricalórico (Yang) (Greten, 2006; Porkert, 1995).

O orb Cardíaco é considerado um dos mais importantes uma vez que tem a capacidade de orientar e influenciar todos os outros, constituindo a projecção total do individuo e contendo por exemplo as características que originam a personalidade e acção instantânea. Constituí o principal centro de controlo da coordenação, coerência de funções e acções e integração de todos os processos vitais. É neste orb que reside e se fortalece o Shen, principal força que influencia e estrutura a personalidade e necessária para criar o estado de presença emocional e mental. O orb cardíaco regula o sistema de meridianos, os ciclos de sono/vigília, a transformação do Qi constructivum em xue, influenciando ainda a sua circulação (Porkert, 1995).

O Intestino Delgado está ligado às funções metabólicas, sendo uma das suas mais importantes funções a separação das energias absorvidas através dos diferentes alimentos e bebidas (Porkert, 1995).

O Pericárdio é visto como a fonte de alegria e prazer, constituindo um reservatório de energia inato e origem do controlo interno. Situado em redor do orb Cardíaco, partilha com este responsabilidades inerentes aos processos de coordenação de algumas funções, participando também em funções relativas à circulação. No entanto estes orbs não devem ser confundidos, pois as funções desempenhadas por ambos são substancialmente diferentes, existindo apenas uma partilha de responsabilidades: podemos referir como exemplo a relação do orb Cardíaco com o Shen, o xue e as principais funções relativas ao sangue, que contrasta com a função do Pericárdio relativa ao controlo sobre a acção de bombeamento do coração e características físicas dos vasos sanguíneos. Esta separação é ainda mais evidente e interessante se atendermos que segundo a MTC, o tipo de problemas que mais frequentemente atinge estes orbs difere de uma forma ainda maior: enquanto o Pericárdio é facilmente atingido por agentes externos, o orb Cardíaco é mais susceptível a problemas oriundos de agentes internos, emoções e problemas constitucionais (Porkert, 1995).

O Tricalórico constituí o orb complementar (Yang) do orb do Pericárdio, estando dependente do Intestino Delgado. Este orb regula a distribuição de fluídos em todas as regiões do corpo (incluindo os três “calóricos” como regiões funcionais), fazendo a distinção entre o interior (intima) e o exterior (extima), a lateralidade e o que é superior, médio e inferior. Este orb é ainda considerado a origem do Qi defensivum e Qi constructivum (Porkert, 1995).

A fase Metal (M) caracteriza-se pela alteração da polaridade da curva sinusoidal (de Yang para Yin), o que simboliza uma relativa falta ou diminuição do nível de

energia. Esta característica implica a necessidade de obter energia proveniente de fontes externas e de distribuir esta energia de forma rítmica e equitativa. A MTC considera a respiração a fonte de energia mais relevante e imprescindível visto que o oxigénio é o elemento mais importante à sobrevivência: o corte do aporte de oxigénio provoca a morte em apenas alguns minutos (Greten, 2006). A MTC explica desta forma a importância do Qi respiratorium e da sua distribuição rítmica para que o continuum das fases ocorra sem distúrbios.

Os orbs englobados na fase Metal são o Pulmonar e o Intestino Grosso.

O orb Pulmonar é responsável pela produção do Qi defensivum e como tal assume um papel relevante na protecção do organismo face a invasões por agentes externos. A sua função fisiológica relaciona-se com o movimento descendente e distribuição da energia captada através da respiração (Qi respiratorium) para as regiões médias e inferiores do corpo – calóricos médio e inferior, respectivamente (Porkert, 1995). Outra função atribuída ao orb Pulmonar consiste na sua capacidade de purificação e eliminação dos agentes externos da superfície através da expiração (Greten, 2006).

O orb do Intestino Grosso representa outra forma de lidar com esta relativa falta de energia. Tal como a medicina ocidental, a MTC considera a respiração como a principal e mais importante fonte energética. No entanto não é suficiente para manter toda a dinâmica energética para manutenção da homeostasia, daí existir a necessidade de complementar as carências energéticas através de outras fontes relevantes. Assim sendo, a energia contida nos alimentos (Qi nutritivum) é considerada a segunda fonte energética com maior importância para o organismo. O Intestino Grosso é o orb responsável pela absorção desta energia através do denominado “mecanismo de nutrição avançado”, pelo qual a energia proveniente da nutrição é distribuída através da acção rítmica dos intestinos (Greten, 2006).

A fase água tem o potencial de regeneração, sendo este processo equiparável ao carregamento de uma bateria pertencente a um dispositivo electrónico. A quantidade de energia contida nas “baterias” do organismo está directamente relacionada com o Yin, ou seja, a “substância” corporal, que corresponde aos tecidos e células aptas a desempenhar uma determinada função. Este é o motivo pelo qual as funções regenerativas e o Yin se co-relacionam: as funções fisiológicas (Yang) com origem no Yin têm como função a regeneração do corpo, sendo também denominadas como funções renais (Greten, 2006).

Os orbs que caracterizam a fase Água são o Renal e o da Bexiga.

O orb Renal, também considerado Yin, é responsável por todas as funções regenerativas, podendo a sua insuficiência provocar sintomas semelhantes aos verificados em idosos: fraqueza dos membros inferiores, dores na região lombar e sagrada, fraqueza dos músculos posturais, diminuição das capacidades associadas à memória, coordenação e mais frequentemente da audição (Greten, 2006).

Esta função regenerativa associada ao orb Renal bem como a sua relação com o Yin são dois aspectos determinantes e necessários para contrabalançar os gastos associados à actividade diária (Greten, 2006). Para além das funções regenerativas, a MTC considera o Rim como o orb responsável pela construção da constituição, estando nele contida a totalidade dos potenciais herdados, bem como todas as funções neurológicas (Porkert, 1995).

O orb da Bexiga constitui outra forma de distribuir o potencial regenerativo por todas as regiões do corpo. Tal como no caso do orb Renal, a deficiência do orb da Bexiga determina o aparecimento de sintomas semelhantes aos da Terceira Idade, tais como incontinência urinária. Desta forma, a principal função do orb da Bexiga consiste na contenção de fluídos, principalmente na região inferior do corpo. Uma vez que os fluidos aqui considerados não se limitam apenas à urina (visto que o xue é também incluído nesta equação), considera-se que para além da função da contenção de fluídos, este orb é igualmente responsável pela distribuição de xue e nutrientes pelas várias regiões do corpo, bem como de administrar o potencial regenerativo originado pelo orb Renal (Greten, 2006) e eliminar os fluidos presentes em excesso (Porkert, 1995).

A fase Terra constitui uma fase de regulação e transformação. De facto, os dois orbs que caracterizam esta fase exercem a regulação no sentido descendente na primeira parte da curva sinusoidal e ascendente na segunda parte. Esta é considerada o ponto de viragem na curva, sendo constituída pelos orbs do Estômago e do Baço, responsáveis pela integração, incorporação e assimilação das energias ou potenciais de acção passíveis de afectar o indivíduo tanto a nível da extima, como ao nível da intima. O estômago, para além da regulação no sentido descendente, é o responsável máximo pela digestão mecânica e simplificação dos nutrientes, bem como por levar a matéria “impura” para as regiões inferiores para posterior eliminação (Greten, 2006; Porkert, 1995).

O Baço é responsável pela regulação no sentido ascendente na segunda parte da curva, formando em conjunto com o orb Renal os dois vectores ascendentes mais importantes. As suas funções fisiológicas estão relacionadas com a assimilação e absorção dos nutrientes para o meio interno, correspondendo à força vital que rejuvenesce diariamente, o que justifica que o Baço seja considerado a origem da constituição adquirida a partir das experiências e vivências. O Baço contém a energia nutritiva, o que lhe permite obter as condições necessárias à formação de xue, bem como na manutenção das capacidades e funções desta forma de energia. Estas capacidades permitem ao Baço ser um importante factor para assegurar a firmeza dos vasos sanguíneos e dos tecidos, permitindo-lhe prevenir hemorragias e problemas relacionados com a firmeza dos tecidos, como por exemplo prolapsos (Porkert, 1995).

A fase Terra tem um papel evidentemente relevante no que concerne o metabolismo nutritivo, distribuição da energia e eliminação das impurezas. No entanto, o seu papel regulador estende-se ainda à gestão interna das emoções e sensações e realização de trabalho mental, pelo que a sua influência se faz sentir na harmonização e equilíbrio funcional em todos os outros orbs (Porkert, 1995).

2.7.1. Diagnóstico segundo o Modelo de Heidelberg

O Modelo de Heidelberg encara o diagnóstico como o factor de maior relevância em qualquer tipo de terapia, pois apenas através de uma óptima descrição e caracterização da patologia é possível desenhar um bom plano de tratamento (Greten, 2006).

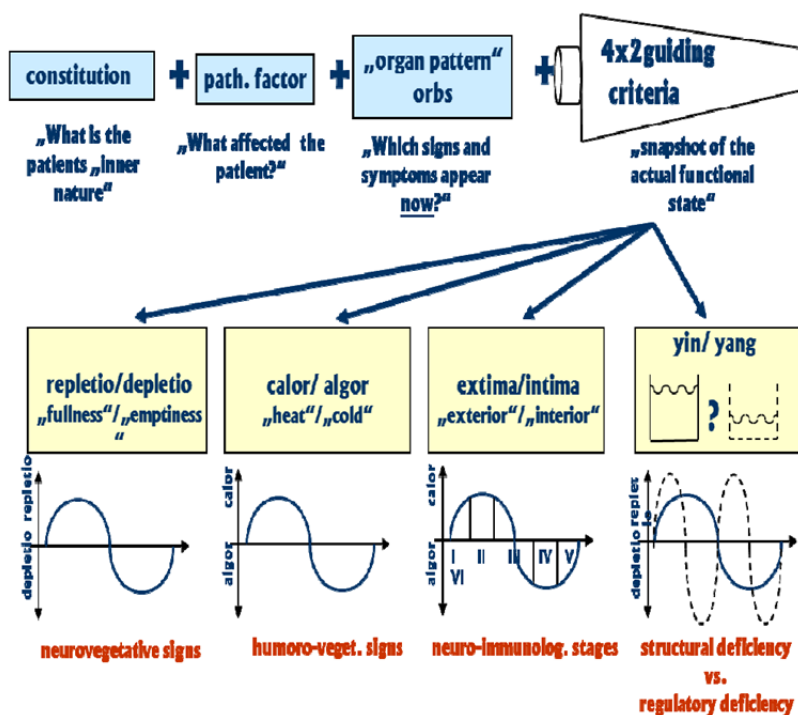


Fig. 4 – Componentes do diagnóstico de acordo com o Modelo de Heidelberg (adaptado de Greten HJ, 2006)

O diagnóstico em MTC baseia-se na compreensão da forma como o paciente funciona, quais os factores passíveis de provocar uma desregulação e onde se situa a desregulação, fazendo uma abordagem geral ao problema e depois detalhando cada aspecto relevante para o diagnóstico de forma a conceber uma visão holística e integral do paciente (Greten, 2006).

Para que seja possível integrar toda a informação relativa ao paciente, o diagnóstico inicia-se muitas vezes ainda antes do paciente entrar no gabinete médico, envolvendo a observação e inspecção, auscultação, olfacção, palpação e anamnese. Um diagnóstico típico em MTC envolve ainda a observação da língua e o exame das qualidades do pulso, dois interessantes e característicos pontos de referência que caracterizam uma boa prática de MTC (Greten, 2006).

De acordo com o Modelo de Heidelberg, o diagnóstico deve englobar 4 considerações fundamentais (Greten, 2006):

2.7.1.1. Constituição

A MTC avalia a aparência física como uma expressão das propriedades funcionais e natureza interna do paciente. A constituição consiste na tendência a expressar predominantemente sinais de um orb específico, de tal forma que estes se manifestam no fenótipo, ou seja, as funções internas do paciente manifestam-se na sua aparência física.

2.7.1.2. Agente

Trata-se de avaliar se a disfunção resulta da influência de um agente que introduz um vector funcional patológico na curva sinusoidal, afectando a regulação e produzindo sinais clínicos.

2.7.1.3. Orb

Esta consideração corresponde à determinação do orb ou dos orbs afectados pelo agente através da análise das principais manifestações clínicas.

2.7.1.4. Critérios Guia

Os critérios guia constituem metodologias que permitem a interpretação dos sintomas, com base em 4 modelos regulatórios de fisiologia:

1. *Repletio/Depletio* - Descreve a quantidade de energia presente no organismo, referindo-se ao Qi, orbs e fases, referindo os locais onde existe demasiada energia (Repletio) bem como os locais onde a energia é escassa (Depletio). Do ponto de vista de medicina ocidental este critério corresponde à avaliação de sintomas com origem no sistema neurovegetativo;
2. *Calor/Algor* - Descreve os sinais e sintomas com origem na actividade do xue, caracterizando a excessiva actividade como Calor (calor) e o défice de actividade como Algor. Na medicina ocidental este critério corresponde aos sinais clínicos resultantes de alterações na microcirculação, ou seja, com origem no sistema humorvegetativo;
3. *Extima/Intima* - descreve o curso de uma doença provocada pela invasão do meio interno por um agente do exterior, referindo-se ao que é externo como Extima e ao que é interno como Intima. Na visão clínica ocidental este critério pode ser considerado como a interpretação de sinais clínicos induzidos por mecanismos neuro imunológicos;
4. *Yin/Yang* - O último critério guia visa determinar se a principal causa do problema está relacionada com uma deficiência estrutural (Yin) u uma desregulação funcional (Yang). Em doenças descritas pelo critério guia Yin, os sintomas são alocados à falta de tecido funcional com capacidade para gerar a função em défice. Nas patologias descritas pelo critério guia Yang, os sintomas devem-se a uma desregulação funcional, ou seja, existe suficiente tecido funcional, contudo existe um factor que impede esse tecido de desempenhar as funções requeridas na sua plenitude, sendo esse factor descrito (nas doenças Yang) pelos três primeiros critérios guia.

Capítulo 3

Fisiologia do Exercício

Trabalho e potência no ciclo-ergómetro

Fontes energéticas e exercício

Sistemas energéticos

Reservas energéticas

Energia e intensidade de esforço

Fibras musculares

Adaptações ao treino

3. Fisiologia do Exercício

A Fisiologia pode ser muito sumariamente definida como a ciência que estuda as funções e processos celulares. O seu objectivo consiste em descrever a forma como os órgãos, tecidos, células e moléculas operam e como integram e relacionam as suas funções na regulação do funcionamento interno do organismo, num processo cíclico e constante – a homeostasia (Kenney W et. al., 2012), englobando assim todos os aspectos físicos e químicos responsáveis pela origem, desenvolvimento e progresso da vida (Guyton A, Hall J, 2006).

A Fisiologia do Desporto constitui assim uma disciplina científica que visa determinar a forma como a actividade física influencia a função e estrutura do corpo humano (Birch K et. al., 2005), ou seja de que maneira a homeostasia é alterada perante a exposição ao exercício ou actividade física (Kenney W et. al., 2012; Birch K et. al., 2005; Plowman S, Smith D, 2011). Este estudo baseia-se por norma na aferição das alterações sistémicas e celulares provocadas pelo movimento (Birch K et. al., 2005). Estas alterações podem assumir um carácter agudo ou crónico/adaptativo, conforme representem alterações imediatas e pontuais como resposta a um movimento ou adaptações decorrentes da prática regular de exercício que resultam na melhoria da performance (Kenney W et. al., 2012; Birch K et. al., 2005).

Podemos ainda distinguir actividade física de exercício e desporto. A actividade física é definida como qualquer contracção do tecido muscular esquelético que envolva um dispêndio adicional de energia relativamente ao estado basal. Neste contexto, o conceito de actividade física pode envolver uma caminhada, actividades da vida diária ou um treino de um jogador profissional de futebol, ou seja, engloba todos os tipos de exercícios e actividades que exijam um gasto extraordinário de energia, o que inclui por exemplo as contracções isométricas, que apesar de não resultarem em movimento envolvem o consumo de energia (Birch K et. al., 2005).

Exercício constitui a repetição de uma determinada actividade física ou movimento, objectivando a manutenção ou melhoria da saúde ou forma física. Exemplos de actividades que possam ser incluídas nesta categoria podem ser o trabalho de ginásio, aulas de aeróbica ou natação, etc. (Birch K et. al., 2005).

Quando falamos de desporto, referimo-nos à prática de actividades físicas sujeitas a regras específicas e que envolvem a competição individual ou em

equipa, como por exemplo o futebol, hóquei, basquetebol ou badminton (Birch K et. al., 2005).

A ergometria engloba todos os métodos utilizados na monitorização e controlo do trabalho realizado ou intensidade do exercício, servindo-se para isso de métodos baseados na experiência laboratorial, bem como de aparelhos especializados na medição dos parâmetros do exercício - os ergómetros. A monitorização dos parâmetros subjacentes ao exercício (força, trabalho e potência) permite estimar o consumo de energia, possibilitando um melhor planeamento do treino, reabilitação ou intervenções necessárias para aumentar a performance (Birch K et. al., 2005).

A força é definida como uma influência externa que provoca a alteração do estado de repouso ou movimento de um corpo (Birch K et. al., 2005; Tipler P, 2000). Por norma, em fisiologia laboratorial este parâmetro é representado em quilogramas-força (em que 1kgf = 1 kg ou 1000g), porém, no sistema internacional (SI) a unidade utilizada para representar a força corresponde ao Newton (N), em que 1 kg corresponde a 9,80665 N (Birch K et. al., 2005).

O trabalho realizado (T) corresponde ao resultado da aplicação da força sobre uma massa, provocando a alteração da sua localização física. Assim, o trabalho pode ser definido como o produto da força pela distância. Consequentemente, a deslocação de um objecto com 2kg de massa numa distância de 1 metro, requer o seguinte trabalho (Birch K et. al., 2005):

(Nota: a unidade do SI “quilograma” corresponde à massa de um objecto e não à força. A força é representada em Newton (N). Desta forma, 2kg = 19,82N).

Assim, o trabalho necessário para mover um objecto com 2kg de massa em 1m, é: $T = 19,82N \times 1m$, ou seja, 19,82Nm. Note-se que a unidade do SI para o trabalho é o Joule (J), em que $1J = 1Nm$.

Desta forma, o trabalho necessário para mover um objecto com 2kg de massa em 1m, é de 19,82 J.

Por fim, a potência corresponde à proporção ou ritmo em que o trabalho é realizado por unidade de tempo, sendo a unidade do SI o Watt (W) (Birch K et. al., 2005).

3.1. Trabalho e potência no ciclo-ergómetro

Os parâmetros trabalho e potência podem ser calculados num ciclo-ergómetro através do número de rotações da pedaleira por minuto (rpm), a distância percorrida pela pedaleira em cada revolução (m) e a resistência (ou força e kg)

aplicada na pedaleira. O ciclo-ergómetro mais comum é a bicicleta Monark, cuja pedaleira percorre 6m por revolução (Birch K et. al., 2005).

O cálculo do trabalho e da potência num ciclo-ergómetro Monark, para um exercício com a duração de 5 minutos, uma resistência de 2kg a 50 rpm é o seguinte:

$$W = \text{Força} \times \text{Distância}$$

$$W = 2\text{kg} \times (50\text{rpm} \times 6\text{m}) \times 5 \text{ min}$$

$$W = 3000\text{kg.m}^{-1} \text{ ou } 29\,430\text{J}$$

O cálculo da potência neste caso é o seguinte:

$$P = W/\text{tempo}$$

$$P = 3000\text{kg.m}^{-1} / 5 \text{ min}$$

$$P = 600 \text{ kg.m}^{-1}.\text{min}^{-1} \text{ ou } 98 \text{ W}$$

O cálculo do trabalho pode também ser efectuado através de outro ergómetro – a passadeira, sabendo a massa corporal do participante, a percentagem de inclinação da passadeira e a velocidade a que o exercício decorreu. Neste caso os cálculos são mais complexos pois é necessário conhecer o valor da deslocação vertical do corpo durante o exercício antes de efectuar o cálculo do trabalho total. Por norma a passadeira inclui sempre uma percentagem de inclinação devido à dificuldade inerente ao processo de medição da deslocação vertical do corpo durante a corrida (Birch K et. al., 2005).

3.2. Fontes energéticas e exercício

A maior parte dos indivíduos faz a ingestão de pelo menos três refeições diárias. A nutrição assume um papel fundamental no fornecimento do combustível necessário para a actividade celular através da transformação química dos nutrientes em energia (Plowman S, Smith D, 2011).

O metabolismo compreende o total de transformações energéticas que ocorrem no organismo. Estas transformações podem envolver a síntese e reparação de células e tecidos utilizando a energia disponível – processo denominado anabolismo – ou a desagregação de nutrientes, moléculas e tecidos gerando energia – o catabolismo. Este assume um carácter especialmente

importante no metabolismo muscular durante o exercício pois independentemente do tamanho da massa muscular envolvida ou da intensidade do exercício, existem sempre necessidades energéticas que é necessário satisfazer (Plowman S, Smith D, 2011).

Desta forma é fácil compreender que cada célula seja capaz de utilizar as vias metabólicas que estão disponíveis para converter os diferentes substratos em energia passível de ser utilizada por si própria ou por outras células do corpo, num processo designado bioenergética (Kenney W et. al., 2012).

A energia é libertada quando as ligações químicas que sustentam as moléculas são quebradas em elementos menores (carbono, hidrogénio, oxigénio e, no caso das proteínas, azoto). As ligações químicas existentes entre estes elementos são relativamente fracas e conseqüentemente geram pouca energia, motivo pelo qual a maior parte da energia não é directamente retirada da comida, mas sim armazenada na forma de um composto altamente energético – a adenosina trifosfato (ATP) (Kenney W et. al., 2012; Plowman S, Smith D, 2011; Birch K et. al., 2005).

O ATP é um composto ubíquo e altamente energético formado por um nucleosídeo formado por uma molécula de adenina e ribose unidos a três moléculas de fosfato por ligações químicas altamente energéticas (Kenney W et. al., 2012; Plowman S, Smith D, 2011; Birch K et. al., 2005; Wilmore, J, Costil, D, 2004). Quando um dos fosfatos se separa da molécula de ATP, é gerada energia passível de ser utilizada no movimento muscular, síntese de novas moléculas ou transporte de substâncias contra um gradiente. No entanto, a quantidade de ATP armazenado no músculo é muito reduzida (20-30 mM.kg⁻¹ músculo seco), o que se estima que seja suficiente para fornecer energia durante apenas 3 a 5 segundos de esforço máximo. Uma vez que é possível manter um esforço máximo por um intervalo de tempo claramente superior, é de admitir que existam outras fontes energéticas e restauro das reservas de ATP durante o esforço num processo de continuidade energética (Birch K et. al., 2005).

Este conceito de continuum energético refere-se à representação esquemática que reproduz os principais sistemas energéticos envolvidos na progressão de um exercício de curta duração e elevada intensidade para um exercício prolongado e menos vigoroso (Birch K et. al., 2005).

A análise dos principais processos de obtenção de energia através da fig. X permite confirmar no início da actividade física a utilização quase em exclusivo do sistema de ATP. Esta fonte de energia rapidamente se esgota, sendo decomposta em adenosina difosfato (ADP) (Birch K et. al., 2005).

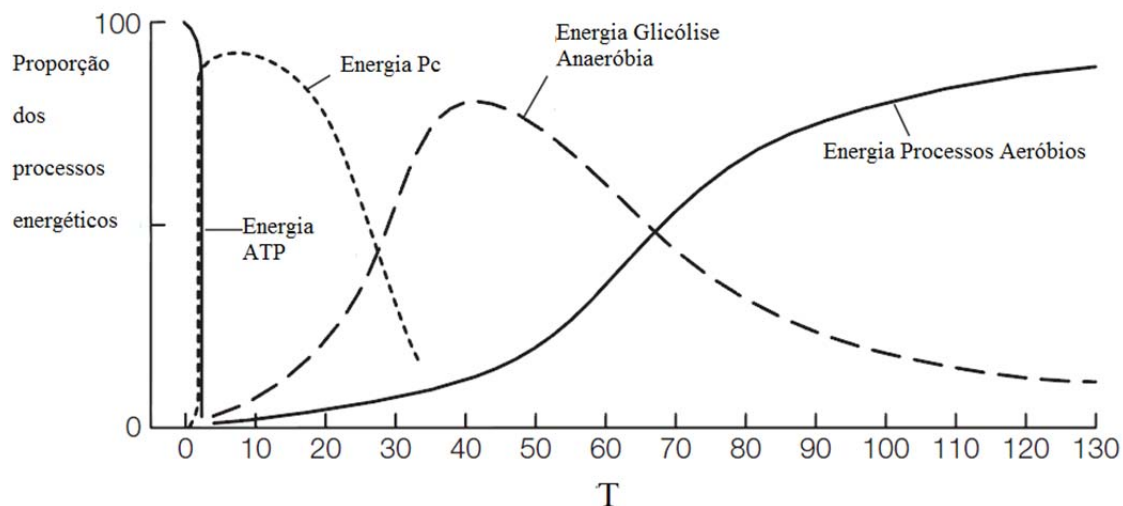


Gráfico 1 – Proporção dos processos energéticos em função da duração do tempo de esforço (T) (Adaptado de Birch K, et. al., 2005)

A fosfo-creatina (PCr) constitui a próxima fonte de energia, substituindo o ATP, seguindo-se neste continuum energético a desagregação anaeróbia de glicogénio muscular, o que resulta na génese de mais ATP e ácido láctico. O último sistema energético predominante consiste na utilização de oxigénio para obtenção de ATP. Note-se que os sistemas energéticos estão sempre todos em actividade, havendo apenas mudança naquele que predomina para determinada intensidade e duração do exercício (Birch K et. al., 2005).

3.3. Sistemas Energéticos

Conforme foi explicado, a disponibilidade de ATP a nível celular é muito limitada, pelo que a regeneração de ATP tem que ser constante de forma a providenciar um fluxo energético constante para as células musculares, de forma a poder manter a actividade. Neste sentido, as células podem produzir ATP através de uma, (ou da combinação) das seguintes vias metabólicas (Kenney W et. al., 2012; Wilmore, J, Costil, D, 2004):

1. Sistema ATP-PCr
2. Glicólise anaeróbia
3. Sistema oxidativo

Os dois primeiros sistemas podem ocorrer na ausência de oxigénio, garantindo energia imediata no início de uma actividade e constituindo assim o metabolismo anaeróbio. O sistema oxidativo ocorre apenas na presença de oxigénio, como resposta a actividades prolongadas e de menor intensidade, constituindo o metabolismo aeróbio (Kenney W et. al., 2012; Wilmore, J, Costil, D, 2004).

3.3.1. Sistema ATP-PCr

O mais simples dos três sistemas energéticos é o sistema de ATP-PCr. Para além de ATP, as células armazenam outras moléculas energéticas, como é o caso da fosfo-creatina (Kenney W et. al., 2012; Wilmore, J, Costil, D, 2004).

A PCr constitui tal como o ATP uma molécula fosfatada com alto teor energético, porém neste caso, o núcleo central de creatina está ligado a apenas uma molécula de fosfato (Birch K et. al., 2005).

A sua contribuição no metabolismo muscular ocorre de forma indirecta, ou seja, envolve a regeneração do ATP através da transferência do fosfato da PCr para o ADP, formando assim uma nova molécula de ATP. Desta forma, a PCr não é utilizada directamente na produção de energia, mas sim no restabelecimento das reservas de ATP (Kenney W et. al., 2012; Birch K et. al., 2005; Wilmore, J, Costil, D, 2004).

A hidrólise da PCr é realizada na presença da enzima creatina quinase (Ck), obtendo-se como produtos desta reacção uma molécula de creatina, um fosfato e 43Kj de energia. A energia libertada pode assim ser utilizada no processo de fosforilação do ADP, sintetizando desta forma uma nova molécula de ATP (Kenney W et. al., 2012; Birch K et. al., 2005; Wilmore, J, Costil, D, 2004).

A acção da Ck é controlada através de feedback negativo, aumentando a sua actividade na presença de elevadas concentrações de ADP e fosfato e inibindo a sua acção quando os níveis de ATP estão mais altos. Quando um exercício de elevada intensidade é iniciado, a rápida depleção de ATP celular eleva os níveis de ADP e fosfato, aumentando a actividade da Ck e a regeneração de ATP pela hidrólise de PCr. Se o exercício se prolongar no tempo, os outros processos de obtenção de energia ganham mais relevância na elevação dos níveis de ATP, o que inibe a actividade da Ck (Kenney W et. al., 2012).

Como pode ser constatado através da Fig. X, a energia proveniente do sistema ATP-PCr esgota-se rapidamente após alguns segundos de esforço.

É estimado que a concentração total de PCr muscular seja de cerca de $96\text{mM}\cdot\text{kg}^{-1}$ de músculo seco (cerca de 80% da creatina muscular total) (Birch K et. al., 2005), o que permite manter as exigências energéticas musculares por apenas 3 a 15 segundos (ou 6 a 8 segundos, de acordo com Birch K et. al., 2005), fase a partir da qual os mecanismos glicolíticos e oxidativo-glicolíticos ganham maior relevância no metabolismo muscular (Kenney W et. al., 2012; Wilmore, J, Costil, D, 2004).

3.3.2. Glicólise anaeróbia

Devido à reduzida duração do sistema ATP-PCr, é imperativo que outros sistemas de obtenção de energia sejam rapidamente activados, de forma a manter a intensidade do esforço.

O segundo método de produção de ATP é mais complexo do que o sistema ATP-PCr e envolve a libertação de energia através da simplificação de moléculas de glucose (Kenney W et. al., 2012; Wilmore, J, Costil, D, 2004).

A glucose para produção de ATP através deste processo pode ser obtida de duas formas (Birch K et. al., 2005):

1. Glicogenólise: este processo objectiva a libertação de moléculas de glucose para a corrente sanguínea através da quebra das reservas de glicogénio presentes nos tecidos musculares e no fígado (Birch K et. al., 2005; Plowman S, Smith D, 2011). O glicogénio é um polissacarídeo constituído por inúmeros monómeros de glucose, que sob a acção da enzima glicogénio fosforilase é convertido em glucose-1-fosfato e posteriormente em glucose-6-fosfato. Esta molécula de glucose fosfatada segue a par da glucose sanguínea para o processo de glicólise na obtenção de ATP. Estima-se que as reservas de glicogénio a nível muscular sejam cerca de $350\text{mM}\cdot\text{kg}^{-1}$ (Birch K et. al., 2005);
2. Glucose sanguínea: a glucose representa cerca de 99% dos hidratos de carbono presentes no sangue, sendo o produto da digestão de hidratos de carbono (polissacarídeos), da decomposição do glicogénio hepático ou da reciclagem de moléculas predecessoras como o ácido láctico, ácido pirúvico, alanina ou glicerol (gluconeogénese). Tal como o glicogénio, tem que ser convertida em glucose-6-fosfato antes de poder ser utilizada na glicólise para obtenção de ATP, mas ao contrário da glicogenólise, este

processo envolve o dispêndio de uma molécula de ATP (Kenney W et. al., 2012; Birch K et. al., 2005; Wilmore, J, Costil, D, 2004).

A glicólise tem início após a formação de glucose-6-fosfato. Este processo requer uma sucessão de 10 a 12 reacções enzimáticas até que o glicogénio seja convertido no seu produto final – o ácido pirúvico (Kenney W et. al., 2012; Wilmore, J, Costil, D, 2004). Se a intensidade do exercício permanecer alta (baixa concentração de oxigénio), o ácido pirúvico é convertido em ácido láctico. Se pelo contrário, o exercício for prolongado no tempo e de baixa intensidade, o ácido pirúvico é convertido em acetil-CoA, dióxido de carbono e água através das vias aeróbias (Kenney W et. al., 2012; Birch K et. al., 2005; Wilmore, J, Costil, D, 2004).

O balanço energético deste sistema varia entre 3 mol de ATP (no caso da conversão ser efectuada a partir do glicogénio), ou 2 mol caso a conversão seja efectuada a partir da glucose sanguínea (Kenney W et. al., 2012; Wilmore, J, Costil, D, 2004).

Apesar de a quantidade de ATP ser relativamente reduzida, a acção combinada do sistema glicolítico anaeróbio e do sistema ATP-PCr permite a realização de esforços intensos mesmo quando a disponibilidade de oxigénio é limitada, predominando nos primeiros minutos de uma actividade física intensa (Kenney W et. al., 2012; Wilmore, J, Costil, D, 2004).

Outra limitação intrínseca ao processo de glicólise anaeróbia consiste na acumulação de ácido láctico tanto a nível muscular como a nível dos fluídos corporais. Em anaerobiose, o ácido pirúvico resultante da glicólise converte-se em ácido láctico. Este composto tem uma fórmula relativamente instável pelo que rapidamente se dissocia, decaindo para uma forma salina mais estável – o lactato. Sprints máximos com a duração de 1 a 2 minutos exigem uma dependência muito forte no sistema glicolítico, aumentando rapidamente a concentração de ácido láctico. A diminuição de pH consequente tem repercussões drásticas para o metabolismo muscular uma vez que inibe a função das enzimas glicolíticas e diminuí a capacidade de ligação de cálcio nos receptores das fibras musculares, impedindo assim a contracção muscular (Kenney W et. al., 2012; Wilmore, J, Costil, D, 2004), constituindo assim um dos mecanismos da fadiga (Birch K et al., 2005; Plowman S, Smith D, 2011).

3.3.2.1. Produção de Lactato

Em repouso, a produção de ácido láctico processa-se em equilíbrio com a produção de ácido pirúvico (Plowman S, Smith D, 2011). Durante a glicólise, a oxidação redutiva de $\text{NADH} + \text{H}^+$ em NAD^+ dá-se através da transferência dos elétrons de hidrogénio para as moléculas de ácido pirúvico ($\text{C}_3\text{H}_4\text{O}_3$), formando assim ácido láctico ($\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$) (Newsholme E, Leech R, 1983).

O ácido láctico é também produzido pelos eritrócitos, determinadas regiões dos rins e dos tecidos oculares. A concentração instantânea deste composto quer seja em situação de repouso ou de esforço, depende do saldo final entre a sua produção e clearance (ou remoção) (Plowman S, Smith D, 2011).

De uma forma geral, a relação entre a actividade glicolítica e a actividade oxidativa é a responsável pela produção de ácido láctico. Neste contexto, existem 5 factores principais que podem desencadear uma alteração desta relação e consequentemente o aumento da produção de ácido láctico (Plowman S, Smith D, 2011):

1. **Contracção muscular:** as contracções musculares vigorosas durante o exercício estimulam o incremento da actividade glicolítica. A libertação de cálcio a partir do retículo citoplasmático activa a enzima glicogénio fosforilase activando o processamento do glicogénio em ATP através da glicólise, o que resulta no aumento inevitável da concentração de ácido láctico, independentemente da presença de oxigénio em quantidade suficiente;
2. **Actividade enzimática:** a conversão de ácido pirúvico e $\text{NADH} + \text{H}^+$ em ácido láctico e NAD^+ é catalisada pela enzima lactato desidrogenase (LDH). A conversão do ácido pirúvico em acetil-CoA (ou seja, por meios aeróbios) é catalisada pela enzima piruvato desidrogenase (PDH). A enzima LDH apresenta a maior afinidade funcional das enzimas glicolíticas e é mais activa do que qualquer enzima que ofereça um caminho alternativo ao metabolismo do ácido pirúvico. Desta forma, qualquer incremento na concentração de pirúvico e $\text{NADH} + \text{H}^+$ a nível muscular está associado a um aumento da actividade da enzima LDH, resultando na ampliação da produção de ácido láctico. Nestas circunstâncias, pode-se afirmar que a produção de ácido láctico é uma consequência inevitável da glicólise;

3. Tipo de fibra muscular: a execução de esforços de curta duração e elevada intensidade solicita principalmente a contração de fibras musculares do tipo II (glicolíticas de contração rápida). Este tipo de fibras musculares usam quase em exclusividade a via glicolítica para produção de ATP, o que resulta na inevitável produção de ácido láctico, mesmo que a concentração de oxigênio seja suficientemente elevada para permitir a utilização de outras vias mais eficientes. Green (1986) associou esta particularidade à maior concentração de LDH e menor densidade mitocondrial presente neste tipo de fibras;

4. Activação neuro-hormonal simpática: as contrações musculares vigorosas, repetidas e de alta intensidade alteram o estado de actividade da divisão simpática do sistema nervoso autónomo, o que estimula a libertação de epinefrina e glucagon e inibe a produção de insulina. Esta alteração hormonal resulta na quebra das moléculas de glicogénio armazenadas, levando à formação de glucose-6-fosfato e conseqüentemente ao aumento da produção de ATP através da glicólise. Conforme descrito anteriormente, esta via metabólica tem como produto final o ácido pirúvico que rapidamente oxida, convertendo-se em ácido láctico;

5. Défice de oxigênio: a solicitação muscular isométrica ou em esforço de alta intensidade provoca a diminuição do aporte sanguíneo aos músculos, o que compromete o fornecimento de oxigênio em quantidades adequadas. Nestas condições, aumenta a produção de energia através da glicólise resultando no incremento da concentração de ácido pirúvico, que na ausência de oxigênio rapidamente decai em ácido láctico.

A produção de ácido láctico não está associada apenas ao exercício máximo e de curta duração. Na realidade, apesar de a ausência de oxigênio constituir uma das condições que induzem o aumento da concentração de ácido láctico, a presença de concentrações aumentadas deste composto não indica necessariamente ausência de oxigênio (Plowman S, Smith D, 2011).

Os eventuais aumentos da concentração de ácido láctico reflectem uma maior utilização das vias glicolíticas anaeróbias para produção de ATP, bem como o saldo entre o metabolismo glicolítico e o metabolismo mitocondrial (Plowman S, Smith D, 2011).

Por outro lado, mais do que um desperdício da actividade celular, o ácido láctico pode ser metabolizado em lactato e desempenhar uma contribuição valiosa no metabolismo dos hidratos de carbono em diversos tipos de tecidos: a síntese, distribuição e utilização de lactato na obtenção de energia em tecidos que não estejam a ser solicitados permite a mobilização das reservas de glicogénio para as células musculares que se encontram em esforço (Kenney W et. al., 2012; Plowman S, Smith D, 2011).

A utilização e a reconversão de lactato compõem o processo de clearance do lactato (Plowman S, Smith D, 2011)

3.3.2.2. *Clearance* do lactato

A concentração sanguínea de lactato reflecte o equilíbrio entre a produção e a clearance do ácido láctico. A clearance de lactato pode ser efectuada através de três mecanismos diferentes:

1. Oxidação do ácido láctico (50 – 75%)
2. Gluconeogénese ou gliconeogénese (10 – 25%)
3. Transaminação (5 – 10%)

3.3.2.2.1. Oxidação

O lactato pode ser transportado através da corrente sanguínea ou de células do mesmo tecido no processo de transporte extracelular de lactato. O transporte de lactato pode ocorrer também dentro do citoplasma da mesma célula, no processo de transporte intracelular de lactato (Plowman S, Smith D, 2011).

Fibras musculares com grande densidade mitocondrial podem através da oxidação tornar o lactato num produto passível de ser utilizado directamente como fonte energética. Este processo ocorre principalmente em células com grande capacidade oxidativa (tipo I), como por exemplo as que constituem o músculo cardíaco e tecidos hepáticos (Kenney W et. al., 2012). No entanto a actividade metabólica dominante nestas células não leva à produção de grandes quantidades de lactato, pelo que este tem que ser transportado na corrente sanguínea desde os locais de maior produção até aos tecidos nos quais irá ocorrer a oxidação. Este processo denomina-se transporte extracelular de lactato (Plowman S, Smith D, 2011).

Outra via extracelular de metabolização oxidativa deste composto consiste no processo de transporte entre fibras musculares. Este processo compreende o

transporte activo ou difusão das moléculas de lactato desde os locais de maior produção, nas fibras do tipo II, para fibras do tipo I adjacentes, onde podem ser oxidadas e reutilizadas na obtenção de ATP. Desta forma, o lactato nunca abandona o músculo em que foi produzido, constituindo assim um mecanismo para que a actividade glicolítica de uma célula possa fornecer combustíveis passíveis de serem reutilizados por outras células (Kenney W et. al., 2012; Plowman S, Smith D, 2011).

O transporte intracelular de lactato envolve a mobilização do lactato do citoplasma para as mitocôndrias, onde é reconvertido em ácido pirúvico através da oxidação. O ácido pirúvico convertido desta forma pode posteriormente ser metabolizado através das vias aeróbias e convertido em ATP (Plowman S, Smith D, 2011).

3.3.2.2.2. Gluconeogénese

Outra via de utilização do lactato como combustível consiste na gluconeogénese, que ocorre no fígado. Através deste processo, o lactato é reconvertido em ácido pirúvico e depois em glucose, que pode ser transportada novamente para os tecidos musculares e utilizada para produzir ATP – processo denominado ciclo de Cori e fundamental na produção de energia em situações de esforço prolongado (Kenney W et. al., 2012; Plowman S, Smith D, 2011).

3.3.2.2.3. Transaminação

A última forma de metabolização do ácido láctico consiste na transaminação da molécula, transformando-a em cetoácidos intermediários do ciclo de Krebs ou em aminoácidos. O aminoácido mais comum é a alanina, que pode ser convertida através da gluconeogénese no fígado. Tanto as fibras oxidativas como as fibras glicolíticas têm capacidade de transaminação (Plowman S, Smith D, 2011).

A oxidação constitui assim o processo mais activo na clearance do lactato durante e após o exercício. Conforme explicado anteriormente, a acumulação de lactato no sangue está dependente das taxas relativas de produção e clearance deste composto, o que por sua vez se relaciona directamente com a intensidade e duração do exercício a ser executado (Plowman S, Smith D, 2011).

Para além destes três mecanismos principais, uma pequena parte do lactato produzido é transportada através da circulação até à periferia, sendo excretada

através do suor. A quantidade de lactato remanescente na circulação sanguínea constitui a concentração basal de lactato (Plowman S, Smith D, 2011).

3.3.3. Sistema oxidativo

A última e mais complexa via de obtenção de energia é proporcionada apenas na presença de oxigênio (Kenney W et. al., 2012; Birch K et. al., 2005; Wilmore, J, Costil, D, 2004). Uma vez que a desagregação de substratos energéticos requer a intervenção do oxigênio, podemos afirmar que estamos perante uma via metabólica aeróbia, denominando-se este processo respiração celular (Kenney W et. al., 2012; Wilmore, J, Costil, D, 2004).

Ao contrário dos processos anaeróbios, que ocorrem apenas no citoplasma celular, a respiração celular ocorre em organelos especiais – as mitocôndrias. Nos músculos estas estruturas localizam-se numa posição adjacente às miofibrilas e também dispersas pelo sarcoplasma (Kenney W et. al., 2012; Wilmore, J, Costil, D, 2004).

A produção contínua e prolongada de força exige um aporte de ATP estável e constante de forma a manter os níveis ótimos de actividade muscular. Outra característica que distingue as vias anaeróbias da aerobiose consiste na longa latência inerente à segunda. Esta latência está associada a uma vantagem pois a decomposição oxidativa de substratos garante ao organismo maior eficiência na produção de ATP, o que faz com que o metabolismo aeróbio seja a via energética primária em actividades de endurance e esforços de longa duração (Kenney W et. al., 2012; Wilmore, J, Costil, D, 2004).

Apesar das grandes quantidades de ATP produzidas através do sistema oxidativo, esta via impõe um esforço considerável aos sistemas cardiovascular e respiratório no processo de transporte de oxigênio para os músculos em actividade (Kenney W et. al., 2012; Wilmore, J, Costil, D, 2004).

A energia gerada é proveniente da oxidação de duas fontes nutricionais: os hidratos de carbono e os lípidos (Kenney W et. al., 2012; Birch K et. al., 2005; Wilmore, J, Costil, D, 2004).

3.3.3.1. Oxidação de hidratos de carbono

A produção de energia a partir da oxidação de hidratos de carbono pode ocorrer segundo três processos:

1. Glicólise
2. Ciclo de Krebs
3. Cadeia de transporte de electrões (fosforilação oxidativa)

3.3.3.1.1. Glicólise

A glicólise permite a obtenção de ATP através da metabolização dos hidratos de carbono tanto em condições aeróbias como anaeróbias. De facto, o processo ocorre da mesma forma independentemente da presença de oxigénio em quantidades adequadas uma vez que a disponibilidade desta molécula afecta apenas a forma como o produto final da glicólise - o ácido pirúvico - é tratado: em condições anaeróbias, o ácido pirúvico, pelo facto de constituir uma molécula instável rapidamente decai em ácido láctico, enquanto que na presença de oxigénio é convertido num outro composto - a acetil-CoA - que pode ser posteriormente utilizada no seguinte processo de oxidação de hidratos de carbono - o ciclo de Krebs (Kenney W et. al., 2012; Wilmore, J, Costil, D, 2004).

3.3.3.1.2. Ciclo de Krebs

A síntese de acetil-CoA inicia uma sequência de reacções químicas que culminam na oxidação completa deste composto. Por cada molécula de glucose metabolizada através dos meios glicolíticos resultam duas moléculas de ácido pirúvico, ou seja, cada ciclo glicolítico permite activar dois ciclos de Krebs completos na presença de oxigénio (Kenney W et. al., 2012; Wilmore, J, Costil, D, 2004).

A oxidação da acetil-CoA através do ciclo de Krebs permite a regeneração de um composto energético semelhante ao ATP, a guanosina trifosfato (GTP), que cede um fosfato ao ADP, formando assim uma nova molécula de ATP. Visto que cada molécula de glucose resulta em duas de ácido pirúvico após a glicólise, ou seja, dois ciclos de Krebs, esta via metabólica permite obter um balanço energético positivo de duas moléculas de ATP por cada molécula de glucose metabolizada anteriormente (Kenney W et. al., 2012; Wilmore, J, Costil, D, 2004).

À semelhança de outros processos envolvidos no metabolismo energético, as enzimas responsáveis pela oxidação da acetil-CoA durante o ciclo de Krebs são reguladas através de mecanismos de feedback negativo. A enzima limitante neste caso é a isocitrato desidrogenase, que tal como a Ck é inibida pela presença de

ATP e aumenta a sua actividade na presença de ADP + P. Visto que a contracção muscular depende da disponibilidade de cálcio intracelular, o excesso deste composto no meio interno das células musculares estimula a actividade da enzima isocitrato desidrogenase (Kenney W et. al., 2012).

No final do ciclo de Krebs, a molécula original de glucose foi metabolizada em 2 moléculas de ATP, carbono e hidrogénio (Kenney W et. al., 2012; Wilmore, J, Costil, D, 2004). Estes dois elementos combinam-se novamente com o oxigénio ainda disponível, formando dióxido de carbono e água, que se difundem facilmente para o meio extracelular para serem excretados através da respiração (Wilmore, J, Costil, D, 2004).

3.3.3.1.3. Cadeia de Transporte de Electrões (fosforilação oxidativa)

A glicólise induz a libertação de iões de hidrogénio durante o processo de conversão de glucose em ácido pirúvico. A conversão de ácido pirúvico em acetil-CoA e a utilização desta no ciclo de Krebs provocam também a libertação de iões de hidrogénio no meio intracelular. O aumento da concentração de iões de hidrogénio tem como consequência a alteração do pH intracelular, tornando este meio mais ácido e desta forma inibindo a capacidade de contracção muscular, o que implica a necessidade de um meio de converter o hidrogénio libertado durante o metabolismo energético muscular (Kenney W et. al., 2012; Wilmore, J, Costil, D, 2004).

A cadeia de transporte de electrões consiste numa série de reacções paralelas ao ciclo de Krebs, que visam a combinação dos átomos de hidrogénio provenientes da glicólise e do ciclo de Krebs com duas coenzimas - dinucleótido de nicotinamida-adenina (NAD) e dinucleótido de flavina-adenina (FAD). A combinação destas coenzimas com hidrogénio resulta na sua redução e síntese de três moléculas de NADH e uma de FADH₂ por ciclo de Krebs (Kenney W et. al., 2012).

Estas moléculas permitem a mobilização dos electrões numa cadeia de transporte formada por complexos de enzimas e proteínas ricas em ferro (os citocromos) localizadas na membrana mitocondrial interna. A mobilização dos electrões altamente energéticos através dos vários complexos da cadeia de transporte permite obter energia que é utilizada no transporte activo dos iões de hidrogénio para fora das mitocôndrias. A mobilização activa dos iões de hidrogénio para fora das mitocôndrias e o respectivo retorno através do gradiente de concentração, possibilitam a libertação de energia que em conjunto com a

enzima ATP sintase permite a fosforilação de ADP em ATP (Kenney W et. al., 2012; Wilmore, J, Costil, D, 2004).

No final da cadeia de transporte, os iões de hidrogénio combinam-se com o oxigénio disponível sintetizando moléculas de água e prevenindo desta forma o aumento da acidez no meio intracelular. O facto de todo este processo depender da disponibilidade de oxigénio como receptor final dos iões de hidrogénio leva a que muitas vezes seja referido como fosforilação oxidativa (Kenney W et. al., 2012; Wilmore, J, Costil, D, 2004).

Por cada par de electrões mobilizados através do NADH na cadeia de transporte, são sintetizadas três moléculas de ATP. Se os mesmos electrões forem transportados através do FADH₂, são formadas apenas duas moléculas de ATP. No entanto, o balanço energético é diferente da quantidade de ATP produzido, uma vez que as moléculas de NADH e FADH₂ se encontram fora das mitocôndrias, havendo por isso necessidade de transportar o hidrogénio de forma activa através da membrana. Desta forma, o balanço energético final resulta na produção de 2,5 moléculas de ATP por cada NADH e 1,5 moléculas de ATP por cada FADH₂ (Kenney W et. al., 2012).

3.3.3.1.4. Balanço energético relativo à oxidação dos hidratos de carbono

O sistema oxidativo permite um balanço total de 32 ou 33 moléculas de ATP, dependendo se o substrato energético utilizado é a glucose ou o glicogénio respectivamente. A produção total de ATP através da glicólise com seguimento para o ciclo de Krebs corresponde a duas moléculas (ou três no caso do glicogénio). Durante a glicólise (2), conversão de ácido pirúvico em acetil-CoA (2) e ciclo de Krebs (6) são sintetizadas 10 moléculas de NADH, o que corresponde a 25 moléculas de ATP. Note-se que apesar de a quantidade total de ATP produzido até este ponto corresponder a 30 moléculas, 5 destas moléculas são utilizadas no transporte activo do ATP sintetizado (Kenney W et. al., 2012).

As duas moléculas de FAD envolvidas no transporte de electrões durante o ciclo de Krebs permitem adicionar um total de três moléculas de ATP e finalmente, a utilização do GTP na fosforilação de ADP permite gerar mais duas moléculas de ATP (Kenney W et. al., 2012).

A consideração do dispêndio energético envolvido no transporte activo de electrões através da membrana mitocondrial é um conceito relativamente recente na fisiologia do exercício. Por este motivo, muitos dos autores consideram ainda

que o balanço energético total correspondente à oxidação dos hidratos de carbono é de 38 a 39 ATP, ao contrário do modelo proposto, que considera os gastos energéticos envolvidos no processo e por isso lhe atribuí um valor de produção de energia menor (Kenney W et. al., 2012).

3.3.3.2. Oxidação de Lípidos

À semelhança dos hidratos de carbono, os lípidos podem também ser metabolizados com o objectivo de obter ATP. As reservas de glicogénio musculares e hepáticas permitem obter entre 1200 a 2500 Kcal de energia, porém as reservas de lípidos disponíveis podem fornecer até 75000 Kcal de energia, mesmo em adultos com baixo percentual de massa gorda (Kenney W et. al., 2012; Wilmore, J, Costil, D, 2004).

Apesar de no organismo estarem presentes diversos compostos químicos considerados gorduras (triglicerídeos, colesterol, fosfolípidos), apenas os triglicerídeos são utilizados para obtenção de energia. Estes compostos de gordura são armazenados em células especializadas do tecido adiposo (os adipócitos), entre as fibras musculares e dentro das próprias fibras musculares. Para que possam ser transformados em energia, os triglicerídeos têm que ser desagregados nos seus constituintes básicos através da lipólise, obtendo-se como produtos finais da acção das lipases uma molécula de glicerol e três ácidos gordos livres (AGL). Estes representam a principal fonte energética no metabolismo lipídico: assim que estão separados da molécula de glicerol, os AGL entram na corrente sanguínea, sendo transportados para as fibras musculares, entrando para o meio intracelular através da difusão simples ou facilitada, ou seja, a taxa de entrada de AGL nas fibras musculares está dependente do gradiente de concentração. Assim sendo, aumentando a concentração de AGL no sangue aumenta também a taxa de transporte destes compostos para o meio interno (Kenney W et. al., 2012; Wilmore, J, Costil, D, 2004).

3.3.3.2.1. Beta-oxidação

Os triglicerídeos armazenados nos adipócitos e nas fibras musculares são desagregados em glicerol e três AGL, entrando na corrente sanguínea. Apesar das diferenças estruturais verificadas entre os distintos AGL, o seu metabolismo é semelhante. Os AGL não podem ser directamente utilizados na obtenção de

energia: uma vez dentro das fibras musculares, estes são activados por enzimas através da energia do ATP e para que o processo metabólico seja desencadeado é necessário transportar os AGL para dentro das mitocôndrias onde vão ser catabolizados e convertidos em acetil-CoA – processo denominado beta-oxidação, que permite a conversão dos AGL numa molécula passível de ser utilizada no ciclo de Krebs (Kenney W et. al., 2012; Wilmore, J, Costil, D, 2004).

A beta-oxidação consiste numa série de processos mediante os quais uma cadeia de carbono de um AGL é dividida em duas unidades de ácido acético que posteriormente são convertidas em acetil-CoA. A quantidade de processos catabólicos necessária depende do número de átomos de carbono constituintes do AGL original (por norma situam-se entre 14 a 24 carbonos), ou seja, um AGL constituído por uma cadeia de 16 carbonos, é catabolizado em 8 moléculas de acetil-CoA. A conversão do ácido acético em acetil-CoA permite a activação do ciclo de Krebs, servindo esta molécula como um intermediário comum a todos os substratos energéticos para esta via metabólica (Kenney W et. al., 2012; Wilmore, J, Costil, D, 2004).

A activação enzimática dos AGL para a beta-oxidação, à semelhança da glicólise exige o consumo de ATP, porém ao contrário desta a beta-oxidação não é capaz de sintetizar ATP de forma directa (Kenney W et. al., 2012).

3.3.3.2.2. Ciclo de Krebs e cadeia de transporte de electrões

As moléculas de acetil-CoA formadas a partir da beta-oxidação dos AGL seguem pelas mesmas vias metabólicas que os hidratos de carbono, entrando no ciclo de Krebs e cadeia de transporte de electrões. Os processos de obtenção de energia são em tudo semelhantes para os dois tipos de substrato energético, obtendo-se como produtos finais ATP, água e dióxido de carbono (Kenney W et. al., 2012; Wilmore, J, Costil, D, 2004).

Apesar destas semelhanças, a metabolização completa de um AGL exige maior consumo de oxigénio do que a metabolização de uma molécula de glucose devido à maior quantidade de átomos de carbono que integram a estrutura das moléculas. A maior quantidade de carbono nos AGL em relação à glucose permite a síntese de um maior número de moléculas de acetil-CoA para o ciclo de Krebs e cadeia de transporte de electrões. Desta forma justifica-se a disparidade entre o rendimento energético das reservas de lípidos e hidratos de carbono evidenciada no primeiro parágrafo referente ao metabolismo lipídico. Contudo, este tipo de

organização estrutural com um maior número de átomos de carbono está também associado a desvantagens: a oxidação das gorduras exige maior consumo de oxigénio relativamente à oxidação de hidratos de carbono: o rendimento energético da gordura corresponde a 5,6 ATP sintetizados por molécula de oxigénio consumida, enquanto que os hidratos de carbono podem sintetizar até 6,3 ATP por molécula de oxigénio. Uma vez que a disponibilidade de oxigénio está limitada à capacidade de transporte pelos sistemas cardiovascular e respiratório, durante esforços de alta intensidade a via metabólica mais utilizada consiste no metabolismo dos hidratos de carbono. A referida diferença nos rendimentos energéticos dos dois substratos (5,6 ATP nos lípidos e 6,3 ATP nos hidratos de carbono por molécula de oxigénio) justifica também a redução no rendimento desportivo verificada aquando da depleção das reservas energéticas de hidratos de carbono e transferência de substrato metabólico destes para os lípidos como combustível predominante (Kenney W et. al., 2012; Wilmore, J, Costil, D, 2004).

Outra característica que distingue os lípidos dos hidratos de carbono reside no facto de os primeiros serem heterogéneos. Desta forma, a quantidade de ATP produzida a partir do metabolismo lipídico está subjugada ao tipo específico de gordura oxidada (Kenney W et. al., 2012).

3.3.3.3. Oxidação de Proteínas

Em concordância com a matéria exposta até este ponto, os principais combustíveis energéticos utilizados no metabolismo residem nos lípidos e hidratos de carbono.

No entanto em condições específicas as proteínas, particularmente alguns aminoácidos que as constituem podem de forma semelhante ser utilizadas na obtenção de ATP (Kenney W et. al., 2012; Plowman S, Smith D, 2011; Birch K et. al., 2005; Wilmore, J, Costil, D, 2004).

Através da gluconeogénese alguns aminoácidos podem ser convertidos em glucose que posteriormente é integrada na glicólise para síntese de ATP. Em alternativa, outros aminoácidos podem ser metabolizados em intermediários das vias oxidativas (como por exemplo ácido pirúvico ou acetil-CoA), entrando depois no ciclo de Krebs (Kenney W et. al., 2012).

Devido à presença de azoto na composição química das proteínas, o seu balanço energético é mais difícil de calcular do que no caso dos hidratos de

carbono ou lípidos: durante o catabolismo dos aminoácidos, uma parte do azoto libertado é utilizada na síntese de novos aminoácidos. O azoto restante não é passível de ser oxidado pelo organismo, pelo que é convertido em ureia e excretado através da urina. A conversão de azoto em ureia é baseada numa reacção endoenergética, ou seja, exige o dispêndio de ATP. Visto que o metabolismo com base em substratos proteicos tem um carácter reduzido tanto durante a realização de esforços como em estado basal (5-10% do total de energia produzida), este é por norma ignorado (Kenney W et. al., 2012).

3.4. Reservas Energéticas

3.4.1. Hidratos de Carbono

Os hidratos de carbono constituem o principal combustível energético tanto em esforços de curta como de longa duração. Estes compostos são armazenados na forma de glicogénio nos músculos e no fígado. Relativamente aos lípidos, as reservas de hidratos de carbono no organismo estão limitadas a aproximadamente 500g (cerca de 300g de glicogénio nos músculos e 150g no fígado). A quantidade de glicogénio armazenada pode no entanto ser afectada pelos hábitos alimentares e pelo exercício físico: o aumento do aporte de hidratos de carbono pode aumentar a massa de glicogénio muscular até 500-600g. As reservas de glicogénio hepáticas são também afectadas pelo tipo de alimentação efectuada, aumentando após a ingestão de uma grande quantidade de hidratos de carbono e diminuindo após o exercício ou períodos de jejum (Birch K et. al., 2005).

A totalidade da energia fornecida pelos hidratos de carbono pode ser calculada multiplicando a massa total em gramas por 3,75 (Kcal) ou por 16 (Kj), ou seja, uma grama de hidratos de carbono fornece 3,75 Kcal ou 16 Kj de energia. Assim sendo, uma reserva muscular de 300g de glicogénio pode produzir até 1125 Kcal ou 4800Kj de energia (Birch K et. al., 2005).

A produção de glicogénio a partir da glucose transportada através do sangue é regulada pela hormona insulina. Em condições normais uma refeição rica em hidratos de carbono aumenta os níveis de insulina e como consequência aumenta também a conversão de glucose em glicogénio muscular e hepático, processo denominado glicogénese (Birch K et. al., 2005).

Outro factor de relevante influência na glicogénese é a relação entre a actividade das enzimas glicogénio sintase e glicogénio fosforilase. A primeira encontra-se em actividade durante o anabolismo permitindo a conversão de glucose em reservas de glicogénio. Em oposição, a enzima glicogénio fosforilase catalisa a reacção inversa, a glicogenólise, que consiste na catálise do glicogénio através da libertação de moléculas de glucose para o sangue. Neste sentido quaisquer alterações do meio interno ou factores que promovam a acção da enzima glicogénio sintase têm como consequência a inibição da enzima glicogénio fosforilase e vice-versa (Birch K et. al., 2005).

3.4.2. Lípidos

Os lípidos assumem um papel importante como reserva energética. Em contraste com os hidratos de carbono, as reservas de lípidos não são limitadas, constituindo assim a forma de armazenamento de energia mais comum no organismo (Birch K et. al., 2005).

Um grama de gordura pode originar até 9 Kcal (ou 38 Kj) de energia, o que significa que uma molécula de gordura possui mais do dobro da densidade de uma molécula de hidratos de carbono, o que faz com que as reservas de lípidos constituam uma fonte energética compacta e útil (Birch K et. al., 2005).

As gorduras são assimiladas e armazenadas no organismo sob a forma de triglicerídeos, situando-se principalmente no tecido adiposo, entre e dentro das fibras musculares. Apesar de um triglicerídeo ser constituído por glicerol e três AGL, do ponto de vista metabólico apenas os AGL têm relevância no processo de obtenção de energia (Birch K et. al., 2005).

A produção e armazenamento de triglicerídeos é consequência de uma alimentação excessiva em gorduras ou hidratos de carbono. Os ácidos gordos provenientes da nutrição rapidamente estabelecem um vínculo a uma molécula de glicerol, produzindo assim um triglicerídeo pronto a ser armazenado. No caso de ingestão de hidratos de carbono em excesso, a glucose é utilizada para produzir tanto glicerol como ácidos gordos de forma a sintetizar um triglicerídeo (Birch K et. al., 2005).

Estes dados permitem compreender a relevância das reservas de lípidos na obtenção de energia. É estimado que mesmo em atletas com percentuais de massa gorda baixos (5%), as reservas de lípidos sejam suficientes para a manutenção de esforços extremamente prolongados (Birch K et. al., 2005).

3.4.3. Proteínas

As proteínas assumem um papel fundamental no organismo uma vez que se incluem na estrutura de todas as enzimas, hormonas peptídicas, moléculas (como a hemoglobina e mioglobina) e constituem parte integrante de todas as membranas. A forma mais comum de armazenar as proteínas é na forma de tecido muscular, contudo estas reservas raramente são catabolizadas para conversão em energia (Birch K et. al., 2005).

Em média existem cerca de 8 Kg de proteínas armazenadas sob a forma de energia útil. (Nota: este valor constitui uma referência geral podendo sofrer variações amplas relacionadas com a massa muscular individual). As proteínas podem providenciar até 4 Kcal (ou 17 Kj) de energia, o que significa que em média as reservas de proteínas podem gerar até 32000 Kcal de energia (Birch K et. al., 2005).

Note-se que conforme tem vindo a ser mencionado, só em condições muito específicas se dá a desagregação de proteínas para conversão em energia, uma vez que este processo implica a destruição da massa muscular (Birch K et. al., 2005).

3.5. Energia e intensidade do esforço

3.5.1. Exercício de elevada intensidade

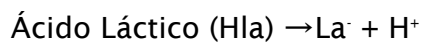
O exercício de alta intensidade caracteriza-se por constituir um esforço não estacionário e irregular, ou seja, com picos de intensidade e como tal não é possível manter este tipo de esforço por um período superior a 5 minutos sem que se verifiquem as manifestações típicas da fadiga (Birch K et. al., 2005).

Os principais substratos energéticos solicitados durante a execução de um esforço de alta intensidade são o ATP, PCr e glicogénio muscular. Todos estes compostos estão disponíveis no citoplasma pelo que podem ser rapidamente utilizados nos processos metabólicos citoplasmáticos. Os lípidos não podem ser utilizados como fonte de energia imediata neste tipo de processos pois têm que ser transportados para dentro das mitocôndrias para serem catabolizados.

Estudos recentes revelaram que em *sprints* máximos de curta duração (30 segundos), 80% da energia utilizada é proveniente de vias metabólicas anaeróbias. Em maior detalhe, estas investigações demonstraram que a depleção

das reservas de ATP, PCr e glicogénio muscular após um esforço intenso de 6 segundos de duração é respectivamente de 9%, 35% e 17%, porém após um *sprint* de 30 segundos a redução nas referidas moléculas pode atingir valores de 44%, 66% e 30% (Birch K et. al., 2005).

A fadiga pode ser definida como a incapacidade em manter a intensidade necessária associada ao exercício de alta intensidade e é por norma associada à acumulação de ácido láctico nos tecidos musculares. A presença de ácido láctico está associada à redução do pH muscular e consequente aumento da acidez do meio devido ao aumento de iões de hidrogénio como resultado da dissociação do ácido láctico em lactato e hidrogénio, segundo a seguinte equação química (Birch K et. al., 2005):



O valor basal do pH muscular é de 7, no entanto após a execução de *sprints* repetidos este valor pode baixar até 6,4. Está provado que este valor de pH pode facilmente interferir na actividade de algumas enzimas reguladoras fundamentais como a glicogénio fosforilase, a Ck e as ATP sintases. Em simultâneo, o aumento da concentração de H^+ leva à competição entre este e o ião de cálcio nos locais de acoplamento nas ligações cruzadas musculares, o que diminuí a eficiência da contracção muscular (Birch K et. al., 2005).

Apesar de surgir em resultado da execução de esforços de alta intensidade, a monitorização da concentração sanguínea de ácido láctico pode ser também um indicador fiável da performance aeróbia. Dependendo da forma física e nível de treino individual, a maioria dos exercícios de longa duração e intensidade constante são realizados em intensidades compreendidas entre 55 e 65% do $\text{VO}_{2\text{max}}$. No entanto muitos atletas treinados em modalidades de longa duração podem manter esforços em intensidades próximas de 75 ou mesmo 80% do $\text{VO}_{2\text{max}}$ por períodos de tempo prolongados sem que se verifique uma acumulação significativa de ácido láctico (Birch K et. al., 2005).

A intensidade máxima de execução de um exercício prolongado é frequentemente associada ao limiar do lactato. O limiar do lactato consiste no valor de intensidade acima do qual o ácido láctico se começa a elevar de forma não linear (Fig. X) (Birch K et. al., 2005).

O limiar do lactato ocorre devido às seguintes condições (Birch K et. al., 2005):

1. Com o aumento da intensidade do exercício é recrutada uma maior quantidade de fibras musculares glicolíticas, favorecendo assim a produção de lactato;
2. Em intensidades de esforço elevadas os mecanismos de obtenção de energia glicolíticos são preferidos relativamente ao ciclo de Krebs, o que leva à maior produção de ácido pirúvico e consequente dissociação em ácido láctico;
3. Altas intensidades de exercício comprometem o aporte de oxigénio para os tecidos musculares, o que estimula a activação das vias metabólicas anaeróbias;

Através do gráfico 2 é possível verificar a estabilidade na concentração de ácido láctico até uma determinada intensidade de exercício a partir da qual esta aumenta de forma não linear – o limiar de lactato. Conforme pode ser percebido na figura X, o treino de resistência permite deslocar o gráfico para o lado direito, ou seja, permite aumentar o valor a partir do qual se dá a acumulação de lactato. Este fenómeno ocorre pelos seguintes motivos (Birch K et. al., 2005):

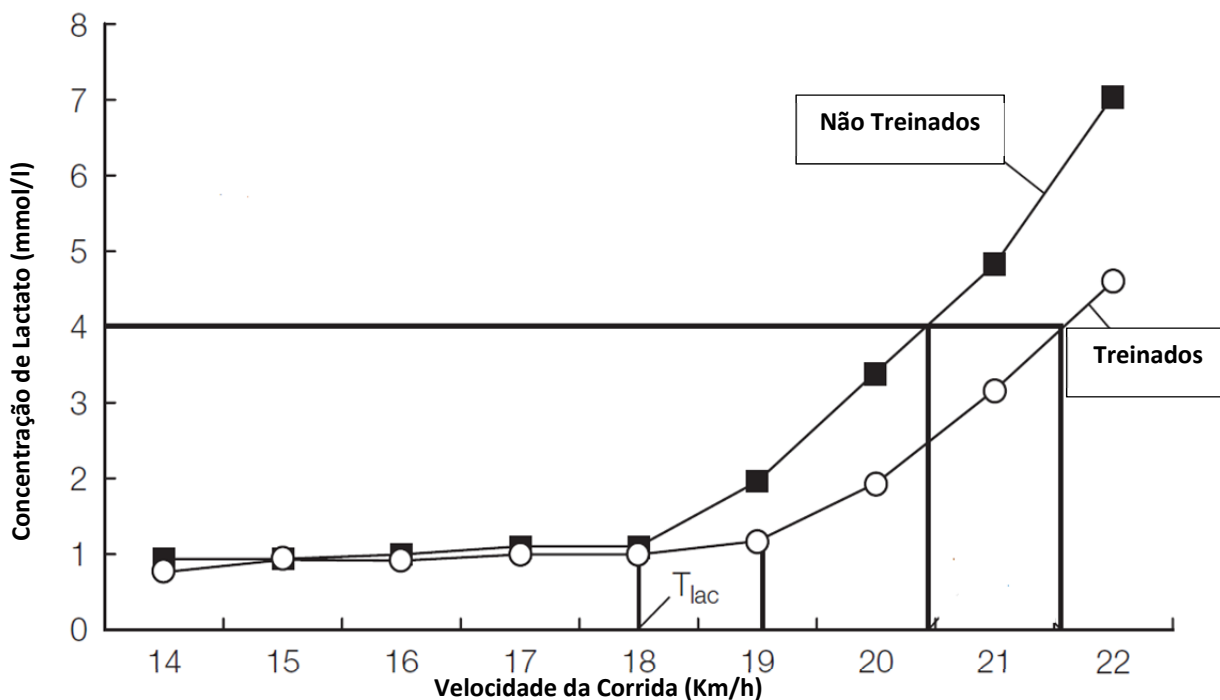


Gráfico 2 – Concentração sanguínea de lactato (mmol/l) relativa à velocidade de corrida (Km/h) e limiar do lactato (T_{lac}) (Adaptado de Birch K, et. al., 2005)

1. Aumento da eficiência da *clearance* e diminuição da produção de lactato;
2. Maior vascularização do tecido muscular, o que permite melhorar o fornecimento de oxigênio;
3. Maior densidade mitocondrial e de enzimas oxidativas;
4. Maior eficiência no trabalho realizado pelas fibras oxidativas lentas e intermédias.

3.5.2. Exercício prolongado de intensidade constante

A intensidade adequada à execução de uma actividade física prolongada no tempo está dependente do nível de treino individual. A principal via energética solicitada no início de um esforço constante e prolongado baseia-se no metabolismo dos hidratos de carbono obtidos através da glicogenólise e glucose sanguínea. Com a progressão do exercício no tempo, a obtenção de energia começa a depender cada vez mais dos AGL provenientes das reservas intramusculares de triglicerídeos e tecido adiposo cujo rendimento energético é claramente superior (Birch K et. al., 2005).

Em exercícios de longa duração (> 60 min) a oxidação de hidratos de carbono

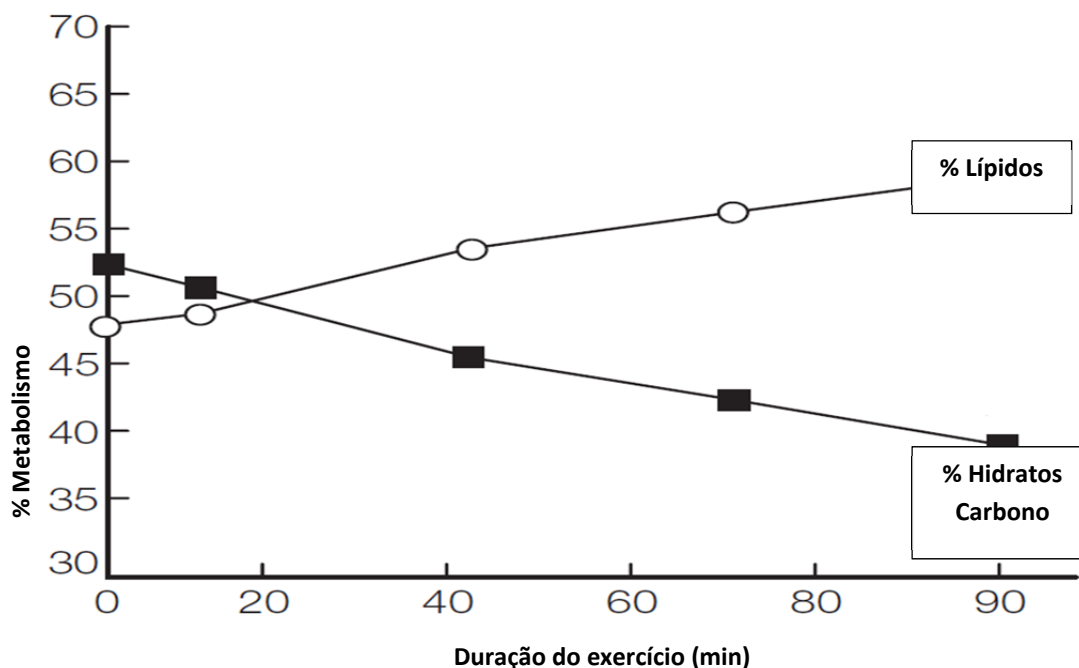


Gráfico 3 – Contribuição energética dos hidratos de carbono e dos lípidos (%Metabolismo) na obtenção de energia durante um exercício prolongado com a intensidade de 65% VO_{2max} em função da duração do exercício (min) (Adaptado de Birch K, et. al., 2005)

como combustível predominante é possível durante cerca de 20 minutos, período a partir do qual a utilização das reservas de glicogénio decai em função da maior utilização de lípidos na síntese de ATP - Fig. X (Birch K et. al., 2005).

Esta demora na activação da oxidação de lípidos deve-se à necessidade de estimulação do processo de lipólise e consequente libertação de AGL no sangue, processo dependente da concentração das hormonas epinefrina e insulina: para que seja possível a libertação dos AGL para o sangue, é necessário um aumento da concentração de epinefrina e redução dos níveis de insulina (Birch K et. al., 2005).

A fadiga inerente ao exercício de longa duração pode ter como causas principais a hipoglicemia, depleção das reservas musculares de glicogénio ou desidratação. A hipoglicemia e depleção do glicogénio muscular reflectem o contributo fundamental dos hidratos de carbono na obtenção de energia para o exercício, tendo sido demonstrado que uma dieta rica em hidratos de carbono mantida durante três dias permite aumentar o tempo de esforço até à exaustão (Birch K et. al., 2005).

3.5.3. Exercício intermitente

Apesar da clara distinção até agora evidenciada entre exercício de máxima intensidade e exercício prolongado de intensidade constante, muitos desportos exigem aos participantes a combinação entre esforços intensos repetidos e actividades de menor intensidade. Segundo Birch K et. al., (2005), um jogo de futebol consiste em 1% de sprint, 4% em passo acelerado, 15% de permanência em pé, 32% de jogging e 48% em caminhada, ou seja, aproximadamente 95% do total de energia é obtido através de vias aeróbias e apenas 5% a partir de vias anaeróbias. Desta forma, num jogo de futebol os principais substratos utilizados na síntese de ATP são os hidratos de carbono e reservas de lípidos.

As principais causas de fadiga aquando da realização de esforços intermitentes são atribuídas á hipoglicemia, depleção do glicogénio muscular e desidratação. Apesar de serem as mesmas do exercício prolongado, o ácido láctico pode também fazer parte desta lista em virtude da sua acumulação gradual e sustentada durante as fases de esforço intenso (Birch K et. al., 2005).

Neste contexto Birch K et. al., (2005) referem um estudo efectuado em jogadores de futebol, no qual foi verificado que os atletas que iniciaram a partida com quantidades de glicogénio muscular abaixo dos níveis normais tiveram na segunda parte uma significativa diminuição da capacidade de sprint.

3.6. Fibras Musculares

As fibras musculares de uma unidade motora são todas do mesmo tipo. A categorização mais comum dos tipos de fibras musculares consiste na sua identificação como fibras musculares vermelhas (lentas) e fibras musculares brancas (rápidas). Os avanços na fisiologia celular permitiram nos últimos anos uma diferenciação mais apurada das funções das fibras musculares, distinguindo-as assim em fibras oxidativas lentas (tipo I), fibras oxidativas-glicolíticas rápidas (tipo IIa) e fibras glicolíticas rápidas (tipo IIb) (Birch K et. al., 2005).

3.6.1. Fibras musculares rápidas

As fibras de contracção rápida são na generalidade mais espessas do que as fibras lentas, possuindo a capacidade de gerar energia rapidamente o que possibilita a execução de movimentos rápidos e explosivos. Esta competência está relacionada com a rápida transmissão de potenciais de acção, altos níveis de

atividade da enzima ATPase localizada na miosina e um retículo sarcoplasmático bem desenvolvido. Estas características remetem todo o metabolismo relacionado com as fibras rápidas para as vias glicolíticas anaeróbias de curta duração, encontrando-se especialmente activas em actividades como o sprint, salto ou halterofilismo (Birch K et. al., 2005).

As fibras rápidas podem gerar tensão 3 a 5 vezes mais rápidas do que as fibras lentas. As fibras mais rápidas pertencentes a este género são as do tipo IIb. As fibras do tipo IIa, apesar de possuírem a capacidade de contrair rapidamente, são consideradas de acção intermédia uma vez que o seu metabolismo depende também de mecanismos oxidativos, o que lhe confere maior resistência relativamente às do tipo IIb. Desta forma, um músculo constituído na sua maioria por fibras rápidas pode produzir grandes quantidades de potência qualquer que seja a velocidade de contracção, bem como gerar tensão com maior velocidade qualquer que seja a força de contracção (Birch K et. al., 2005).

3.6.2. Fibras musculares lentas

As fibras lentas caracterizam-se pela sua resistência prolongada, sendo mais adequadas a actividades prolongadas relacionadas com a solicitação das vias energéticas aeróbias. Possuem uma concentração elevada de mitocôndrias e mioglobina, o que se traduz numa grande capacidade oxidativa e consequentemente correlaciona-se com as vias metabólicas aeróbias. Em compensação possuem uma velocidade de contracção lenta e reduzida capacidade de gerar tensão através das vias anaeróbias (Birch K et. al., 2005).

As principais características que permitem distinguir os diferentes tipos de fibras musculares encontram-se resumidas na tabela 1.

	Tipo I	Tipo IIb	Tipo IIa
Produção de força	Lenta	Rápida	Rápida
Via energética predominante	Aeróbia	Anaeróbia	Combinada
Resistência à fadiga	Elevada	Reduzida	Elevada/moderada
Actividade da ATPase na miosina	Reduzida	Elevada	Elevada
Actividade das enzimas oxidativas	Elevada	Reduzida	Elevada
Reservas de PCr	Reduzidas	Elevadas	Elevadas
Reservas de glicogénio	Reduzidas	Elevadas	Elevadas
Densidade mitocondrial	Elevada	Reduzida	Elevada
Diâmetro das fibras musculares	Reduzido	Elevado	Elevado
Densidade capilae	Elevada	Reduzida	Média
Velocidade de encurtamento muscular	Lenta	Elevada	Intermédia
Velocidade de transmissão neural	Lenta	Elevada	Elevada

Tabela 1 – Principais características que distinguem os três tipos de fibras musculares considerados (Adaptado de Birch K, et. al., 2005)

3.6.3. Distribuição dos diferentes tipos de fibras

A composição média dos músculos do esqueleto apendicular divide-se equitativamente entre as fibras do tipo I e Tipo II. Outros grupos musculares podem variar a sua constituição relativamente à função que desempenham, como por exemplo, os músculos posturais, que exibem uma actividade predominantemente tónica e por isso tendem a apresentar na sua constituição maior número de fibras lentas resistentes à fadiga (Birch K et. al., 2005).

O facto de a distribuição dos tipos de fibras musculares estar dependente de características genéticas é consensual, não havendo diferenças significativas entre géneros (no entanto o género masculino tem tendência a apresentar fibras de maior diâmetro). O tipo de actividade ou treino desportivo também pode influenciar a distribuição das fibras musculares, como por exemplo, modalidades de resistência originam uma maior concentração de fibras musculares oxidativas lentas (90 a 95% das fibras presentes nos gastrocnémios em atletas nas modalidades de cross-country e ski). Os halterofilistas e atletas de sprint por

norma apresentam maior percentagem de fibras glicolíticas rápidas, enquanto que atletas de meio fundo apresentam uma distribuição equitativa dos dois tipos de fibras, ou seja, a composição molecular das fibras pode ser adaptada ao tipo de estímulo providenciado pelo treino resultando assim na transição de um tipo de fibra muscular para outro (Birch K et. al., 2005).

3.7. Adaptações ao treino

Quando os músculos são sujeitos a um esforço específico e regular durante um determinado período de tempo, adaptam a sua actividade enzimática e configuração estrutural de acordo com a especificidade do esforço executado. Este processo é conhecido como adaptação, podendo conforme referido ocorrer a nível morfológico (alterando a configuração dos filamentos de actina e miosina) ou funcional (através de modificações na actividade citoplasmática e densidade mitocondrial) (Birch K et. al., 2005).

3.7.1. Treino prolongado de intensidade constante

Em exercícios prolongados as fibras musculares são recrutadas em níveis reduzidos de intensidade e durante longos períodos de tempo, maximizando a utilização das vias aeróbias para obtenção de energia, o que é compatível com a actividade metabólica das fibras oxidativas lentas (tipo I) e oxidativas-glicolíticas rápidas (tipo IIa). As adaptações consequentes deste tipo de actividade resultam na maior capacidade de utilização de oxigénio devido ao aumento da capilarização das fibras musculares, bem como da densidade mitocondrial ao nível citológico (Birch K et. al., 2005).

As enzimas constituintes das mitocôndrias permitem aumentar a síntese de ATP através do ciclo de Krebs e oxidação de AGL, aumentando assim a capacidade aeróbia do músculo (Birch K et. al., 2005).

3.7.2. Treino de elevada intensidade

O treino em intensidades elevadas envolve solicitações vigorosas e repetidas, procedidas de períodos apropriados para recuperação da força. Este tipo de esforço repetido e intenso é compatível com a actividade das fibras oxidativas rápidas (tipo IIb) e oxidativas-glicolíticas rápidas (tipo IIa). Neste caso, as fontes energéticas envolvidas na síntese de ATP variam consoante a duração do esforço,

ou seja, esforços até 5 segundos tendem a solicitar mais a actividade do sistema ATP-PCr, enquanto que solicitações repetidas com a duração de 30 segundos solicitam maioritariamente as vias glicolíticas (Birch K et. al., 2005).

Consequentemente, verificam-se alterações na actividade de enzimas como a Ck, glicogénio fosforilase e fosfofructoquinase nas fibras glicolíticas rápidas e oxidativas-glicolíticas rápidas (Birch K et. al., 2005).

Capítulo 4

Teste Anaeróbico de Wingate

Fiabilidade

Validade

Parâmetros que influenciam a performance no teste de Wingate

4. Teste Anaeróbio de Wingate

O metabolismo anaeróbio assume uma importância inegável tanto a nível de algumas modalidades desportivas, como também de determinadas tarefas ou actividades do quotidiano (Franchini E, 2002; Bar-Or O, 1987; Inbar et al., 1996), as quais exigem a realização de movimentos rápidos e de grande potência (Bar-Or O, 1987; Inbar et al., 1996).

Neste contexto surgem diversos testes práticos que objectivam avaliar a potência e a capacidade anaeróbias (Bosco et al., 1987; Denadai et al., 1997; Medbo et al., 1988). Estes envolvem a realização de esforços de grande intensidade em curtos períodos de tempo, atingindo assim rapidamente a fadiga do participante (Franchini E, 2002; Kenney W et. al., 2012).

Desenvolvido durante a década de 1970 no Instituto Wingate em Israel, o teste de Wingate é um dos mais comumente utilizados, devido à sua simplicidade metodológica e exequibilidade prática, uma vez que os materiais necessários à sua realização são por norma de fácil acesso (Franchini E, 2002; Kenney W et. al., 2012; Denadai et. al., 1997; Hoffmann et. al., 2000).

Este teste consiste uma prova de esforço máximo realizada num ciclo ergómetro, com a duração de 30 segundos e que pode ser aplicada na avaliação da potência e capacidade anaeróbias em diversos tipos de populações (Franchini, 2002; Bar-Or, 1987; Inbar et. al., 1996; Denadai et. al., 1997; O'Connor et. al., 2005; Kjaer et. al., 2003; Smith J, Hill D, 1991).

Durante este intervalo de tempo, o participante é motivado a pedalar a maior distância possível contra uma resistência fixa no sentido de atingir e manter a maior potência possível (Franchini, 2002; O'Connor et. al., 2005; Kjaer et. al., 2003).

Este teste de esforço máximo, enquadra-se na categoria de exercícios de alta intensidade (Birch K et. al., 2005; Kjaer et. al., 2003), ou seja, resume-se a uma actividade máxima que pode ser mantida apenas durante alguns segundos (Birch K et. al., 2005).

Outra vantagem do teste de Wingate reside no facto de poder ser realizado em condições laboratoriais, o que permite um melhor controlo das condições ambientais e experimentais, resultando numa óptima fiabilidade (Bar-Or, 1987; Denadai et. al., 1997).

4.1. Fiabilidade

Thomas & Nelson (1990) consideram que a fiabilidade de um teste constitui um componente essencial da validade de um teste. De acordo com estes autores, a fiabilidade traduz-se pela capacidade de obter um resultado semelhante em condições idênticas, ou seja, um teste não pode ser considerado válido se não puder ser reprodutível.

Vários estudos neste sentido evidenciam a elevada correlação e fiabilidade entre os testes anaeróbios, no entanto, o contrário se passa relativamente à concordância sobre aquilo que realmente avaliam (Denadai et. al., 1997; Hoffmann et. Al, 2000; Sands et. Al, 2004; Vandewalle et. al., 1987): considerando os principais métodos para determinação da potência ou da capacidade aeróbias (teste de salto vertical de Bosco, teste de escada de Margaria, teste de Wingate e corridas até à exaustão), nenhum é suficientemente eficiente para uma adequada avaliação de todos os determinantes da potência aeróbia máxima (Denadai et. al., 1997), ou seja, não existe um teste que possa ser considerado Gold standard relativamente ao referencial utilizado (Inbar et. al., 1996; Denadai et. al., 1997).

Com efeito, os testes de salto, de escada de Margaria e alguns testes realizados no ciclo-ergómetro estão mais direccionados para a obtenção de informações relativas à potência anaeróbia aláctica e aos componentes da força e potência muscular, enquanto os testes máximos e de carga constante realizados até à exaustão são mais vocacionados para a aferição da potência e capacidade anaeróbia (Denadai et. al., 1997).

Bar-Or (1987) e Inbar et. al. (1996), evidenciaram os elevados valores de fiabilidade do teste de Wingate quando realizado sob condições laboratoriais padronizadas e controladas, apresentando valores de coeficiente de relação situados entre 0,88 e 0,99, com valores individuais muitas vezes acima de 0,94.

Outro estudo mais recente (Weinstein et. al., 1998) em 15 participantes do género masculino e 14 do género feminino, demonstrou que a elevada fiabilidade do teste de Wingate se verificou não só na variável potência média (através do coeficiente de correlação intraclasse: $R = 0,982$; $p < 0,025$), como também nas variáveis fisiológicas frequência cardíaca ($R = 0,941$; $p < 0,025$), concentração máxima de lactato sanguíneo ($R = 0,926$; $p < 0,025$) e volume plasmático ($R = 0,878$; $p < 0,025$).

Desta forma, podemos concluir que a elevada fiabilidade evidenciada tanto em variáveis relacionadas com o desempenho (potência média), como em variáveis fisiológicas, indica a adequação do teste de Wingate para mensurações repetidas objectivando a comparação de sujeitos num período de tempo, tratamentos experimentais ou processos de treino e respectivas adaptações.

4.2. Validade

A validade de um teste é definida pela capacidade que este tem de medir aquilo que se propõe (Franchini, 2002).

A análise do teste de Wingate no contexto da validade é um processo ainda relativamente pouco consensual, pois para realizar uma análise rigorosa seria necessário comparar o teste de Wingate com outro referencial (Thomas & Nelson, 1990), um Gold standard, que conforme referido na análise da fiabilidade, neste momento não existe.

Para contornar este problema, compararam-se os resultados alusivos ao desempenho no teste de Wingate com vários índices de desempenho anaeróbio (particularmente testes curtos de corrida e natação com forte componente anaeróbia), resultando a maioria das observações num coeficiente de correlação superior a 0,75 (o que equivale a uma variância comum de 56%) (Franchini, 2002).

Hawley et. al., (1992), através deste método obtiveram correlações moderadas entre as potências médias no teste de Wingate para membros superiores e a velocidade em 50 metros de natação ($r = 0,63$; $p < 0,01$) e entre a potência média no teste de Wingate para membros inferiores e a velocidade em 50 metros de natação ($r = 0,76$; $p < 0,01$). Note-se no entanto que, Bar-Or (1987) e Inbar et. al., (1996) consideram que o teste de Wingate não parece ser uma forma eficiente de predição do desempenho em tarefas complexas.

Hoffman et. al., (2000) consideraram o teste de Wingate um meio eficiente na predição da performance em corridas de sprint, porém esta capacidade de predição está subjugada à distância do sprint: distâncias de 40 a 50 jardas (aproximadamente 36 - 46 metros) correlacionam-se fortemente com a variável potência máxima e distâncias de sprint superiores a 200 jardas (aproximadamente 183 metros) estão mais correlacionadas com a variável potência média.

Da mesma forma, Denadai et. al., (1997) concluíram existir uma forte associação entre potência máxima em sprints de 50 metros ($r = -0,83$) e pico de

lactato no teste de Wingate ($r = 0,61$), bem como da potência média em sprints de 200 metros ($r = -0,83$) e os picos de concentração de lactato após o teste de Wingate ($r = 0,59$). Baseados nestes resultados, os investigadores concluíram que apesar de não representar a especificidade do gesto técnico inerente à actividade desportiva, o teste de Wingate é válido na avaliação da performance anaeróbia obtida durante a corrida.

Bosco et. al., (1983) realizaram uma investigação na qual dividiram 38 participantes em três grupos (profissionais de basquetebol, profissionais de voleibol e participantes que não praticavam nenhuma actividade desportiva em especial), e os submetendo-os aos testes anaeróbios de salto vertical, sprint, Wingate e Margaria. Os dados relativos a cada grupo de participantes foram tratados em separado, revelando uma forte correlação entre o teste de salto vertical e o teste de Wingate ($r = 0,87$; $p < 0,01$), o que indica que ambos podem ser utilizados na determinação da potência máxima ou força explosiva. Nesta experiência o teste de Wingate foi o aquele que gerou a maior concentração sanguínea de lactato, o que permite afirmar que este teste mobiliza fundamentalmente energia proveniente de sistemas anaeróbios, constituindo um óptimo teste para avaliar a potência anaeróbia láctica.

Em 2005 Arslan conduziu uma investigação em 166 participantes divididos em dois grupos (praticantes de desporto com regularidade e sedentários), com o objectivo de verificar a possibilidade de as variáveis força isométrica e força explosiva dos membros inferiores estarem associadas à performance no teste de Wingate. Após análise estatística o investigador concluiu não só existir correlação efectiva entre as variáveis em estudo, como também verificou que esta forte correlação estava presente nos dois grupos (Arslan, C, 2005).

Outra estratégia frequentemente utilizada na análise da validade do teste de Wingate consiste em avaliar dois grupos diferentes (por exemplo atletas de níveis ou categorias distintas), verificando depois se o desempenho obtido no teste de Wingate difere significativamente entre os grupos (Franchini, 2002). Aplicando este método em remadores juniores (idade = $17,6 \pm 0,7$ anos), Koutedakis e Sharp (1986), submeteram 8 atletas de elite e 16 atletas de prática ocasional ao teste de Wingate para membros superiores, constatando que uma análise discriminativa composta pelas variáveis potência média (1) e diferença entre as potências médias nos dois grupos (2) explicava 74% da variância entre os grupos. Com base nestas duas variáveis foi possível classificar adequadamente 91,8% dos atletas no respectivo grupo ($P < 0,001$) (Koutedakis & Sharp, 1986).

Skinner e Connor (1987) fizeram uma comparação transversal das variáveis potência média, potência máxima e índice de fadiga através do teste de Wingate, em atletas de modalidades aeróbias (corredores de 10Km e maratonistas), anaeróbias (halterofilistas e ginastas) e mistas (atletas de luta olímpica). Os resultados desta comparação revelaram que os halterofilistas e ginastas tinham a maior potência máxima, enquanto que os maratonistas e corredores de 10 Km tinham os menores índices de fadiga e menor potência máxima.

A investigação levada a cabo por Taunton et. al., (1981) com corredores de fundo e meio-fundo, revelou uma diferença significativa ($p > 0,05$) na potência máxima entre os dois grupos de atletas. Estes resultados indicam que o teste de Wingate é capaz de discriminar adequadamente atletas de modalidades semelhantes mas com diferentes solicitações (Franchini, 2002).

Smith e Hill (1991) realizaram 23 testes de Wingate em seis participantes com intervalos de 7 dias entre cada teste, objectivando determinar a contribuição dos diferentes sistemas energéticos durante o teste. O máximo de utilização do sistema ATP-PCr atingiu-se nos primeiros 5 segundos, enquanto que o máximo de mobilização de energia através do sistema glicolítico se atingiu entre os 10 e os 15 segundos e a contribuição aeróbia se verificou apenas nos últimos 5 segundos do teste. No geral, a contribuição aeróbia durante os 30 segundos de teste foi de 16%, a do sistema ATP-PCr foi de 28% e a do sistema glicolítico de 56%, o que prova que apesar da inegável contribuição da aerobiose na execução do teste (principalmente após os primeiros 15 segundos), a maior parte da energia utilizada é proveniente de meios anaeróbios.

Um aspecto que parece influenciar o teste de Wingate, principalmente a contribuição aeróbia na mobilização energética, é o género do participante. Com efeito, um estudo realizado por Hill e Smith (1993) com o objectivo de verificar qual o contributo dos sistemas energéticos no desempenho, verificou que a potência máxima das mulheres era cerca de 77% da gerada pelos homens, enquanto que a diferença na potência média era de 71%. Esta diferença parece ser parcialmente explicada pela maior mobilização energia proveniente de sistemas aeróbios nas mulheres ($25 \pm 1\%$ em comparação com $20 \pm 1\%$ nos homens e $p > 0,01$). Uma observação interessante presente nesta investigação consiste no facto de nos últimos 5 segundos do teste a contribuição aeróbia das mulheres ($47 \pm 1\%$) aumentar relativamente à dos homens ($36 \pm 3\%$), o que indica que em testes mais longos esta diferença pode ser ainda mais acentuada devido à

maior capacidade nos homens em suportar esforços anaeróbios ao longo do tempo.

Com base nestas evidências, faz sentido afirmar que o teste de Wingate mobiliza energia proveniente de fontes anaeróbias, contudo com magnitudes distintas e dependentes do nível de treino, tipo de treino (aeróbio ou anaeróbio) e género do participante.

4.3. Parâmetros que influenciam a performance no teste de Wingate

4.3.1. Carga

A selecção de uma resistência adequada a utilizar no teste de Wingate é uma questão que ainda não está totalmente resolvida. A resistência ideal seria a suficiente para gerar a maior potência máxima e/ou média (Inbar et. al., 1996), sendo que a aplicação de resistências mais elevadas permite gerar uma potência máxima superior (Barfield et. al., 2002; Inbar et. al., 1996; Sands et. al., 2004; Denadai et al., 1997).

A carga inicialmente sugerida para membros inferiores em participantes masculinos era de 0,075 Kgf.Kg⁻¹ (0,075 quilogramas-força por quilograma de massa corporal) no ciclo ergómetro Monark, o que corresponde a 4,41 J de energia gerada por revolução do pedal por quilograma de massa corporal (Bar-Or, 1987; Inbar et al., 1996).

Dotan e Bar-Or (1983) investigaram qual seria a relação ideal de carga e massa corporal de forma a que o teste gerasse a maior potência média possível em grupos musculares específicos (membros superiores e membros inferiores) em homens e mulheres. Foi observado que a relação entre a carga e a potência gerada no teste seguia a forma de um “U” invertido, revelando valores ideais de carga superiores aos recomendados na generalidade: nos homens os valores ideais de carga seriam 0,087 kgf.kg⁻¹ nos membros inferiores e 0,060 kgf.kg⁻¹ para os membros superiores e nas mulheres os valores de carga seriam respectivamente 0,086 kgf.kg⁻¹ e 0,048 kgf.kg⁻¹.

Bar-Or (1987) observou que a melhor resistência seria de 0,090 Kgf.Kg⁻¹ em adultos sedentários (logo semelhante à observada anteriormente por Dotan e Bar-Or, 1983) e 100 Kgf.Kg⁻¹ em atletas adultos.

Üçok et. al., (2005) realizaram um estudo com o objectivo de verificar se a resistência utilizada no teste de Wingate deve ser ajustada através da massa corporal ou da massa isenta de gordura (MIG). Para este efeito utilizaram

resistências ajustadas pela massa corporal de 75, 85 e 95 Kgf.Kg⁻¹ e resistências ajustadas pela MIG de 90, 100 e 110 Kgf.Kg⁻¹. Os investigadores observaram que as cargas de 100 ou 110 Kgf.Kg⁻¹ geraram uma potência máxima significativamente superior, concluindo que o ajuste da carga através da MIG poderá ser mais adequado do que através da massa corporal.

Estes investigadores sugeriram ainda a realização de mais estudos nesta temática, nomeadamente em idosos, crianças e atletas cuja percentagem de massa gorda é diferente, podendo assim influenciar o teste, porém Lu K et. al., (2008) num estudo comparativo entre jovens adultos com percentagem de gordura normal e jovens adultos obesos, revelaram não existirem diferenças significativas na carga óptima a utilizar nos dois grupos (respectivamente 120.7 ±13.6 e 114.0 ±7.2 kgf.kg⁻¹, p>0.05) e sugeriram que o ajuste da resistência através da percentagem de massa gorda poderá não ter efeito na potência máxima gerada nos jovens adultos obesos.

Com efeito, Vandewalle et. al., (1987) sugerem que seja determinada uma carga óptima individual para cada participante, porém este processo exige a realização de vários testes precedentes podendo tornar-se impraticável.

Desta forma a selecção da resistência adequada no teste de Wingate parece ser difícil e estar ainda longe de um consenso, contudo, conforme sugerido por Dotan e Bar-Or (1983), nos estudos em que a principal variável em análise é a potência máxima devem ser utilizadas cargas mais elevadas do que naqueles em que a principal variável é a potência média.

4.3.2. Aquecimento e recuperação activa

As *guidelines* subjacentes ao teste de Wingate por norma incluem um período de aquecimento variável (de 3 a 5 minutos) em intensidades inferiores ao limiar anaeróbio, com 2 a 3 *sprints* de aproximadamente 6 segundos a cada minuto. O aquecimento é seguido por um período de dois minutos de pausa antes do teste (Inbar et. al., 1996).

Tal como no caso da resistência, o papel do aquecimento no teste de Wingate é um assunto ainda controverso. Hawley et. al., (1989), dirigiram uma experiência na qual um grupo de 24 jovens sedentários executou dois testes de Wingate, separados por um intervalo de 48 horas e em condições diferentes: o primeiro teste foi realizado após um período de 8 minutos de aquecimento progressivo

(90 rev.min⁻¹) e 5 de intervalo; o segundo teste foi realizado a frio. Não foram encontradas diferenças significativas nas variáveis potência média e potência máxima nos dois grupos, porém os índices de fadiga no grupo que realizou o aquecimento foram substancialmente maiores ($p > 0,05$), verificando-se ainda uma correlação significativa entre a intensidade do aquecimento e o índice de fadiga ($r = 0.45$, $p = 0.03$).

Apesar dos resultados verificados, os autores admitem que uma parte dos resultados pode ser explicada pela diferente metodologia seguida por este estudo em relação aos de Bar-Or (1987) e Inbar et. al., (1996), nos quais o aquecimento teve duração e resistência substancialmente menores. Mesmo verificando esta discrepância de conclusões, ambos investigadores consideram que o aquecimento deve fazer parte da metodologia do teste uma vez que o seu papel na prevenção de lesões é fundamental.

Podemos assim concluir que apesar da controvérsia relativa ao aquecimento antes do teste de Wingate, este procedimento constitui um factor importante devendo por isso ser padronizado e ajustado ao tipo de população, atendendo principalmente a baixas intensidades principalmente em participantes não treinados. Para além desta ideia, os resultados dos estudos parecem indicar que o aquecimento não influencia a potência máxima e a potência média, sendo a variável com menor reprodutibilidade no teste de Wingate (Inbar et. al., 1996) e cuja diferença observada no estudo de Hawley et. al., (1989) foi mínima (2,2%).

A bibliografia consulta aconselha ainda um período de 3 a 5 minutos para recuperação executada de forma activa, pedalando sem resistência. Segundo os autores, esta recuperação activa permite evitar sintomas de mal-estar que eventualmente possam surgir depois do teste (cefaleias, náuseas, vômitos e tonturas) (Inbar et. al., 1996).

4.3.3. Duração do teste

O protocolo original do teste de Wingate indica uma duração de 30 segundos (Bar-Or, 1987). Este valor parece ser o mais indicado visto que foi verificado que em períodos superiores (45 e 60 segundos), muitos dos participantes não atingiam a máxima intensidade. Esta constatação surgiu com base na observação de que a potência gerada nos testes de 30 segundos era claramente superior à gerada nos primeiros 30 segundos em testes de maior duração. Foi também

verificado que durações superiores podem prolongar eventuais sensações de mal-estar após conclusão do teste (Inbar et. al., 1996).

4.3.4. Clima

É amplamente reconhecido que o stress muscular associado ao treino e competição desportiva podem ser exacerbados pelas condições ambientais. A exposição prolongada ao calor no decorrer de uma actividade desportiva pode acelerar a instalação de fadiga (Edward et. al., 1972).

O teste de Wingate pode ser realizado em laboratório (o que em princípio permite um melhor controlo das condições ambientais) ou numa situação de campo, o que exige uma monitorização rigorosa da temperatura e humidade nas quais o teste é realizado, de modo a permitir uma importante padronização de condições (Bar-Or, 1987).

Edwards et. al., (1972) propuseram a hipótese de que o aumento da temperatura a nível muscular e/ou redistribuição do volume sanguíneo dos músculos para a pele reduz a concentração de oxigénio no tecido muscular, o que leva a uma maior utilização dos sistemas anaeróbios na obtenção de energia para suportar a actividade. Nesta investigação Edwards et. al., (1972) encontraram alterações fisiológicas e metabólicas relevantes no desempenho desportivo, fazendo variar a temperatura muscular dos participantes através de imersões em água a diferentes temperaturas (12°C, 26°C e 44°C). Os autores concluíram que tanto temperaturas musculares baixas como elevadas diminuem a endurance muscular, porém só as temperaturas mais elevadas (44°C) têm um impacto estatisticamente significativo. A nível metabólico foram observados valores de piruvato, lactato, creatina e intermediários da glicólise mais elevados, bem como níveis de ATP e fosfo-creatina (PC) significativamente mais baixos nos ensaios com temperatura muscular a 44°C. A taxa de utilização de ATP através de fontes anaeróbias foi calculada com base na alteração das concentrações de ATP, PC e intermediários glicolíticos, provando ser mais elevada em temperaturas mais altas, o que reforça a ideia que o aumento da temperatura pode aumentar a dependência energética nos sistemas anaeróbios.

Maxwell et. al., (1996) submeteram doze participantes do género masculino praticantes regulares de desporto a testes de sprint supra máximo repetidos, sujeitando-os a 3 condições diferentes: aquecimento e teste em ambiente frio (CC), aquecimento em ambiente frio e teste em ambiente quente e húmido (CH) e

aquecimento e teste em ambiente quente e húmido (HH). Os resultados demonstraram que a performance desportiva foi significativamente melhor no ensaio CC (151 ± 4 s, $P = 0,02$) em relação aos ensaios CH (144 ± 5 s, $P = 0,02$) e HH (140 ± 5 s, $P = 0,02$). Apesar de a performance ser comparativamente melhor no ensaio CH em relação ao ensaio HH, a diferença encontrada não é estatisticamente significativa. A temperatura média a nível rectal, do ouvido e da pele também sofreu variações significativas, sendo superior nos ensaios CH e HH, o que se reflectiu também na sudorese pois a perda de água através da transpiração foi significativamente superior nos ensaios que incluíram ambientes quentes e húmidos (CC = $0,52 \pm 0,005$ Kg; CH = $0,80 \pm 0,007$ Kg e HH = $0,98 \pm 0,10$ Kg, $P < 0,0001$). A frequência cardíaca também mostrou alterações significativas entre os testes, sendo mais elevada nos testes com ambientes quentes e húmidos. Estes resultados permitiram concluir que a performance em sprints supra máximos é negativamente afectada por condições atmosféricas quentes e húmidas.

Finn et. al., (2003), encontraram evidências que sugerem que os efeitos de ambientes quentes e húmidos na capacidade anaeróbia pode ser minimizada através da aclimatização prévia dos atletas. Neste estudo comparou-se a capacidade anaeróbia de atletas habituados a treinar em condições ambientais quentes e húmidas em ambientes temperados ($21,8 \pm 0,5$ °C; humidade relativa = 52 ± 5 %) e em ambientes quentes ($29,6 \pm 0,5$ °C; humidade relativa = 51 ± 9 %), não se encontrando diferenças significativas nos parâmetros monitorizados (défice máximo acumulado de oxigénio, concentração máxima de lactato e tempo até exaustão).

A investigação referente aos efeitos do frio na performance e desempenho no teste de Wingate é ainda escassa. No entanto, dados obtidos por Crowley et. al., (1991) revelaram que o arrefecimento dos músculos dos membros inferiores resultou na diminuição das variáveis potência máxima, potência média, trabalho realizado até à exaustão e do índice de fadiga. A diminuição deste último indicador está relacionada com a diminuição do trabalho total realizado, ou seja, da energia mobilizada para realizar o teste, o que sugere que ambientes demasiado frios podem comprometer as vias de obtenção de energia anaeróbia.

A análise destas investigações permite concluir que as condições ambientais têm influência significativa na performance obtida no teste de Wingate, reflectindo-se esta influência nos outputs fisiológicos, metabólicos e relacionados

com a performance. Assim sendo, o controlo das condições ambientais é um parâmetro importante de padronização no teste.

4.3.5. Uso de presilhas

O uso de um dispositivo de fixação aos pedais (presilhas) é recomendável caso o teste de Wingate seja efectuado num ciclo ergómetro, uma vez que permite que o participante dirija a totalidade da sua atenção para a aplicação da força máxima durante todo o ciclo de pedalada. No caso de o teste se referir aos membros superiores, é dispensável o uso de presilhas uma vez que a adaptação de uma manivela redonda permite uma preensão eficaz com a mão (Inbar et. al., 1996).

4.3.6. Ritmo circadiano

A cronobiologia é a ciência cujo objecto de estudo consiste na investigação das alterações relacionadas com o decorrer do tempo em variáveis fisiológicas. O ritmo circadiano refere-se ao conjunto de variações que ocorre em ciclos de 24 horas. De facto, existem muitos ritmos circadianos fisiológicos subjacentes a um controlo endógeno que persistem mesmo quando um indivíduo é isolado de influências ambientais, exibindo máximos e mínimos de actividade em períodos específicos do dia (Atkinson, G, Reilly, T, 1996; Cappaert, TA, 1999; Teo, W et. al., 2011).

Nos humanos, os núcleos supraquiasmáticos regulam os ciclos de sono-vigília e quase todos os processos psicológicos e bioquímicos de acordo com o ciclo solar (Teo, W et. al., 2011).

Ao que tudo indica, estas flutuações fisiológicas têm influência em algumas variáveis relacionadas com a performance desportiva (Atkinson, G, Reilly, T, 1996; Cappaert, TA, 1999; Teo, W et. al., 2011).

Na sua revisão relativa aos efeitos do ritmo circadiano na performance, Cappaert (1999) considerou que a força isotónica e isocinética, a potência e capacidade anaeróbias e a temperatura corporal são funções que podem provavelmente ser influenciadas pela altura do dia na qual são solicitadas ou avaliadas. Este autor considerou a melhor altura para realizar esforços de alta intensidade o final da tarde, independentemente do género do atleta.

Atkinson e Reilly (1996), numa revisão semelhante evidenciaram o facto de a performance máxima ser atingida ao final da tarde, coincidindo com o máximo de outra variável sujeita ao ritmo circadiano: a temperatura corporal. Esta

evidência foi referenciada mais tarde por Cappaert (1999) e Teo et. al., (2011). Este autor associou o aumento da temperatura corporal a um incremento do metabolismo energético e melhorias na compliance muscular que possibilitam uma maior actividade no acoplamento cruzado actina-miosina. Estes investigadores referiram ainda existir um ritmo circadiano evidente em determinadas hormonas esteróides, como por exemplo a testosterona e o cortisol. A importância destas hormonas é fundamental se tivermos em conta que a testosterona é uma hormona anabólica, que contribui para o aumento da massa muscular através da síntese proteica, e o cortisol é uma hormona catabólica, envolvida na resposta em situações de stress. Devido a esta relação com o metabolismo muscular, é aceitável colocar a hipótese de que poderá existir uma co-relação entre o ritmo circadiano destas duas hormonas e a performance muscular (Teo, W et. al., 2011).

Desta forma podemos concluir que o período do dia no qual é realizada uma actividade física pode influenciar a performance desportiva, daí a necessidade de sistematizar a hora em que são realizados os testes/treinos/competições e ciclos de repouso de forma a obter a menor variabilidade possível devido a factores relacionados com o ritmo circadiano (Atkinson, G, Reilly, T, 1996; Cappaert, TA, 1999; Teo, W et. al., 2011). Outra hipótese sugerida por Teo et. al., (2011) consiste no estudo do cronótipo do participante, ou seja, verificar o comportamento das diferentes funções ao longo do dia. Este método exige a monitorização individual e constante dos participantes, englobando períodos de tempo relativamente longos, o que poderá tornar impraticáveis investigações que englobem uma amostra muito numerosa.

4.3.7. Motivação

Os efeitos da motivação na performance no teste de Wingate foram analisados por Geron e Inbar (1980, cit in Inbar et. al., 1996). O objectivo destes investigadores consistiu em verificar as diferenças da performance no teste de Wingate numa amostra de jovens adultos em situações de presença de audiência, competição individual, competição em grupo, punição, recompensa, associação em grupo e responsabilidade social. Os resultados revelaram que os estímulos emocionais baseados em informações cognitivas não tiveram qualquer efeito sobre o desempenho dos participantes, mas que a aplicação de estratégias baseadas em factores emocionais (punição e recompensa) parece estar associada a valores mais elevados de potência máxima.

Inbar et. al., (1996) sugerem desta forma que o desempenho no teste de Wingate não parece ser afectado pelo encorajamento durante a sua execução. Estes autores consideram que a melhor forma de eliminar possíveis variáveis parasitas e assegurar que as diferenças observadas ocorrem apenas em função do protocolo experimental consiste na padronização de todos os procedimentos relacionados com o teste.

4.3.8. Ciclo Menstrual

Segundo Masterson (1999) a fase do ciclo menstrual pode influenciar a performance anaeróbia no teste de Wingate. Este investigador realizou um estudo com 32 mulheres, examinando as variáveis potência máxima, potência média e índice de fadiga nas fases folicular e lútea. Foi observado que os valores das variáveis em estudo eram significativamente menores ($p < 0,05$) durante a fase folicular, o que evidencia a importância de controlar as fases do ciclo menstrual quando o teste de Wingate se dirige a uma amostra feminina, de forma a eliminar esta interferência.

4.3.9. Estiramento muscular

Franco et. al., (2012) experimentaram o efeito de diferentes técnicas de estiramento muscular (estiramento estático, estiramento dinâmico e facilitação neuromuscular proprioceptiva) no desempenho no teste de Wingate. Os resultados evidenciaram diferenças significativas não só entre a aplicação ou não de estiramento, como também entre os diferentes tipos de estiramento aplicados, revelando ainda que apesar da diminuição dos valores de potência máxima verificada após estiramento, o intervalo de tempo necessário para atingir essa potência diminuiu.

4.3.10. Maturidade sexual

As variáveis potência máxima e potência média manifestam valores mais baixos em crianças, mesmo quando ajustadas à massa corporal. Quando comparadas com adultos, as crianças atingem apenas 85% da potência média nos membros inferiores e 70% nos membros superiores, verificando-se um comportamento semelhante relativamente à potência máxima. Esta diferença justifica-se pelas alterações fisiológicas e biológicas inerentes à adolescência, que

estimulam o aumento das reservas musculares de PC e glicogénio, bem como a sua utilização através das vias glicolíticas anaeróbias na obtenção de energia e capacidade de recrutamento das unidades motoras (Inbar, O, Bar-Or, O, 1986).

Nikolaidis (2011) realizou uma investigação em jogadores de futebol categorizados através da idade, entre os 13 e 21 anos, comparando a performance no teste de Wingate entre as categorias de diferentes idades e um grupo de controlo (idade = $25,28 \pm 3,11$ anos). Os resultados revelaram diferenças significativas na performance obtida, cuja variação ocorreu de forma directamente proporcional à idade.

A maturidade sexual pode desta forma interferir com o desempenho no teste de Wingate, especialmente nos casos em que os participantes que compõem a amostra pertencem a diferentes escalões etários. Nestas situações, os participantes devem ser agrupados segundo a idade de forma a minimizar este efeito, pois conforme referido, segundo Inbar e Bar-Or (1986) a diferença na performance não pode ser explicada apenas pelas diferenças na constituição corporal.

Podemos assim concluir que apesar de os índices de fiabilidade e validade do teste de Wingate ostentarem valores adequados, existe um vasto número de variáveis indissociáveis, que requerem uma investigação mais abrangente no que concerne a sua influência em esforços máximos. Aspectos como carga, aquecimento e recuperação activa, clima, ritmo circadiano, motivação e estiramento muscular exigem ainda mais estudos que isolem apenas uma variável e considerem todas as outras, monitorizando-as de forma a que a sua influência seja idêntica no decorrer do teste e assegurando que qualquer alteração no desempenho possa ser alocada apenas à variável experimental.

Outros aspectos como o género e nível de treino dos participantes, ciclo menstrual e maturidade sexual devem ser adequadamente controlados, formando assim amostras ou categorias de participantes o mais homogêneas possível.

A inexistência de uma medida universal, (ou um teste *Gold standard*), que permita a comparação directa dos parâmetros em estudo com um referencial comum dificulta o controlo eficiente das inúmeras variáveis externas, devendo por estes motivos priorizar a padronização de todas as situações consideradas, de forma a isolar as variáveis em investigação assegurando assim que qualquer diferença verificada se deve apenas ao efeito da variável ou da intervenção em estudo.

Capítulo 5

Metodologia

5. Metodologia

5.1. Selecção de participantes, critérios de Inclusão e Exclusão

Foram seleccionadas várias turmas da Escola Superior de Desporto de Rio Maior para recrutamento da amostra, dando-se preferência a indivíduos em condição física ou de treino estável, disponíveis para participar na totalidade do estudo e sem historial de traumatismos ou lesões ortopédicas. Os participantes foram aconselhados a não realizar esforços físicos no período que compreendeu a investigação.

Os meios utilizados na divulgação da investigação constaram na publicidade oral e distribuição de um folheto informativo com os respectivos procedimentos, estratégias que resultaram no recrutamento de três participantes.

5.2. Caracterização da amostra

Foram recolhidos os dados antropométricos dos participantes antes e depois da intervenção considerada neste estudo, obtendo-se desta forma os seguintes dados para o Participante 1:

Participante 1	Antes da Intervenção	Após Intervenção
Idade (anos)	20	20
Peso (Kg)	71	71
Altura (m)	179,5	180
% Massa Gorda	7,4	6,8
Adipometria (mm)		
➤ Tricipital	6	6
➤ Subescapular	7	7
➤ Coxa	7	7
➤ Supra Ilíaca	7	7
➤ Abdómen	7	7
➤ Peitoral	4	4
➤ Axilar Média	5	5

Tabela 2: Caracterização antropométrica do Participante 1

Os dados antropométricos relativos ao Participante 2 apresentam-se na tabela seguinte:

Participante 2	Antes da Intervenção	Após Intervenção
Idade (anos)	24	24
Peso (Kg)	69,8	70,6
Altura (m)	1,76	1,76
% Massa Gorda	5,9	6,2
Adipometria (mm)		
➤ Tricipital	8	8
➤ Subescapular	9	9
➤ Coxa	10	10
➤ Supra Ilíaca	11	11
➤ Abdómen	9	9
➤ Peitoral	6	6
➤ Axilar Média	6	6

Tabela 3: Caracterização antropométrica do Participante 2

As características antropométricas do Participante 3 encontram-se resumidas na tabela seguinte:

Participante 3	Antes da Intervenção	Após Intervenção
Idade (anos)	26	26
Peso (Kg)	97	95,5
Altura (m)	1,78	1,78
% Massa Gorda	17,4	15,8
Adipometria (mm)		
➤ Tricipital	10	10
➤ Subescapular	16	16
➤ Coxa	20	20
➤ Supra Ilíaca	24	24
➤ Abdómen	23	23
➤ Peitoral	14	14
➤ Axilar Média	17	17

Tabela 4: Caracterização antropométrica do Participante 3

5.3. Hipóteses em estudo

H0: Concentração de ácido láctico após intervenção através da acupuntura \geq concentração de ácido láctico antes da intervenção.

H1: Concentração de ácido láctico após intervenção $<$ concentração de ácido láctico antes da intervenção.

5.4. Variáveis em estudo

Consideram-se como variáveis principais deste estudo a potência média, velocidade média, concentração de lactato sanguíneo e frequência cardíaca. As variáveis potência média e velocidade média são consideradas variáveis relativa à performance. A concentração sanguínea de lactato e frequência cardíaca são variáveis fisiológicas relativas à recuperação. Foi ainda analisado o comportamento das variáveis Potência e Velocidade ao longo das duas provas de esforço realizadas, com base no teste de Wingate, realizado no ciclo-ergómetro.

5.5. Materiais

1. Ciclo ergómetro Monark, modelo Ergomedic 839 E. A resistência é aplicada através das cintas de travagem associadas a um pêndulo com escala. A tensão é aplicada pelas cintas através de um motor emparelhado com o sistema de controlo (Certificação: CE 93/42; ISSO-9001).

Fiabilidade e validade garantidas pelo fabricante. A validade dos testes é garantida através da calibração do ciclo ergómetro efectuada mediante um *software* desenvolvido pelo fabricante. Este permite a calibração electrónica do dispositivo, bem como a confirmação da correcta calibração mecânica. Este procedimento visa assegurar o correcto funcionamento do ciclo ergómetro através de uma série de testes que envolvem a pedalada e travagem mecânica, no sentido de ajustar a acção e detecção dos sensores de velocidade bem como a sensibilidade e capacidade de regulação electrónica dos componentes mecânicos, como por exemplo travões (cintas), pedaleira e pêndulo;

2. Balança Tanita, modelo BC-558 Ironman Segmental Body Composition Monitor. Possui uma escala compreendida entre 0 – 150 Kg e sensibilidade de 0,1 Kg (peso)/0,1% (percentagem de massa gorda);

3. Monitor da concentração de lactato da marca Arkray e modelo Lactate Pro LT-1710 (Certificação: CE 92/31/EEC; CE 89/336/EEC).

Possui um sensor térmico interno que permite a compensação automática dos valores em análise mediante alterações de temperatura, podendo o aparelho ser calibrado através das tiras reagentes concebidas especificamente para tal efeito e comercializadas em conjunto com cada caixa de tiras de teste. Este selecciona automaticamente a curva de calibração após introdução da tira correspondente.

As tiras de teste utilizadas na medição da concentração total de ácido láctico servem-se de um processo químico para tal efeito, necessitando apenas de uma amostra de 5 µL de sangue, processo cuja duração é de 60 segundos. Segundo o fabricante, o coeficiente de variação (CV) do aparelho é de 3%.

Mc Naughton et al (2002) conduziram uma série de testes em três tipos de condições ambientais distintas (normal, quente e húmido), comparando dois aparelhos Lactate Pro entre si e entre outros três aparelhos portáteis desenhados tendo em vista o mesmo objectivo de medição do lactato sanguíneo total (Accusport, Analox GM7 e Kodak Ektachem). Os investigadores chegaram à conclusão que o dispositivo Lactate Pro revelou constituir uma forma simples e efectiva para medição do lactato em condições laboratoriais, mesmo quando as características do meio relativas à temperatura e pressão atmosférica são significativamente diferentes.

Outro estudo comparou as medições de três dispositivos Lactate Pro entre si e com um teste laboratorial Gold-Standard baseado na análise colorimétrica enzimática. Foi verificada uma pequena discrepância alusiva ao facto de os aparelhos portáteis obterem medições superiores ao Gold-Standard em 0,5 mmol/L, contudo considerada pouco relevante uma vez que esta diferença exibiu valores consistentes com os do teste laboratorial em todos os ensaios. Se esta tendência for tomada em consideração, as pequenas diferenças verificadas entre o aparelho portátil e o teste laboratorial não assumem um carácter significativo, pelo que em princípio não irão resultar numa resposta clínica inadequada. Os investigadores concluíram desta forma que o aparelho Lactate Pro constitui um instrumento especializado válido e fiável na mensuração da concentração sanguínea de lactato, comparando a precisão do Lactate Pro com a precisão dos dispositivos portáteis de aferição da concentração de glucose sanguínea (Saunders AC et al., 2005).

McLean et al (2004) compararam o Lactate Pro com outro aparelho de referência, o YSI 1500 Sport Lactate Analyzer, obtendo resultados que

corroboram as conclusões da investigação referida no parágrafo anterior: apesar da pequena discrepância verificada entre as medições obtidas através do Lactate Pro e do YSI 1500 no teste de Bland-Altman ($0,5 \pm 1,0$ mmol/L), esta é consistente, demonstrando que o Lactate Pro é um dispositivo portátil rigoroso, fiável e válido para a medição da concentração de lactato. Estes autores referiram ainda que apesar de igualmente consistente, esta discrepância foi maior em concentrações mais elevadas de lactato pelo que nestas condições os resultados devem ser analisados com alguma precaução.

Outra investigação comparou dois aparelhos Lactate Pro entre si e entre outros três testes de referência, dois laboratoriais (ABL 700 series Acid-Base Analyzer e YSI 2300 Stat Lactate Analyzer) e outro portátil (Accusport Lactate Meter), tanto em situação de teste laboratorial controlado como em testes de campo. Os outputs correspondentes aos parâmetros analisados permitiram aos autores concluir que o aparelho Lactate Pro exhibe um grande grau de concordância e consistência relativamente a outros aparelhos concebidos com a mesma finalidade, demonstrando uma óptima fiabilidade, validade e versatilidade de utilização em condições de teste tão distintas como as consideradas neste estudo (Pyne et al., 2000).

Tanner RK et al (2010) efectuaram um estudo comparativo entre os dispositivos Lactate Pro, Lactate Scout e Lactate Plus, concluindo existir uma boa fiabilidade e precisão entre os aparelhos Lactate Pro e Lactate Plus. Os investigadores concluíram ainda que estes aparelhos apresentam maior fiabilidade do que o Lactate Scout quando comparados com o dispositivo laboratorial de referência ABL 700.

Medbo JI et al (2000) compararam os dispositivos portáteis Dr. Lange's LP8+, Lactate Pro e Accusport entre si e com dois aparelhos laboratoriais de referência (YSI 23L e YSI 1500) em diferentes condições de utilização, simulando diferentes altitudes (pressão atmosférica) e em temperaturas inferiores a -20°C , concluindo que de entre os três dispositivos mais simples, o Lactate Pro se revelou pelo menos tão fiável quanto os aparelhos laboratoriais e mais fiável que os dois concorrentes, demonstrando rigor tanto nas medições em ambientes frios como em diferentes altitudes.

Desta forma podemos concluir que o dispositivo Lactate Pro apresenta uma fiabilidade e validade adequadas à sua utilização tanto a nível laboratorial como a nível de testes em campo, sendo estas afirmações corroboradas pelos testes e comparações efectuadas pelos autores referidos.

4. Tiras Arcray Lactate Pro Reagent Strips. Reagentes (por tira individual): Lactato oxidase (1,92 unidades) e Ferricianeto de Potássio (0,096 mg).

5. Agulhas de administração de insulina BD Micro-Fine® +: 0,25 (31G) x 8mm (Certificação “Type A” EN ISSO 11608-2).

5.6. Procedimentos

1 – Fase de Controlo

No primeiro dia procedeu-se à caracterização antropométrica e recolha dos valores basais da frequência cardíaca e concentração sanguínea de ácido láctico dos três participantes.

Seguiu-se o aquecimento, com a duração de 3 minutos. Este consistiu em pedalar sem qualquer tipo de resistência, sendo permitido aos participantes efectuar um máximo de 6 *sprints* (2 por minuto), com a duração máxima de 6 segundos cada (Barfield et. al., 2002; Inbar et. al., 1996).

Apesar da controvérsia existente relativamente ao efeito do aquecimento no desempenho, este foi efectuado como medida de prevenção de lesões (Inbar et. al., 1996).

Após a conclusão do aquecimento, foi concedida uma pausa de dois minutos para recuperação total (Inbar et. al., 1996; Birch K et al., 2005).

O teste teve uma duração de 45 segundos, sendo permitido aos participantes maximizar o ritmo da pedalada durante dez segundos, iniciando o processo de forma lenta e progressiva até ao início do teste (Barfield et. al., 2002). Este procedimento é necessário para que a resistência aplicada pelo pêndulo do ciclo ergómetro atinja o valor necessário.

Dotan e Bar-Or (1983) sugerem que idealmente sejam utilizadas cargas correspondentes a $0,075 \text{ kp.kg}^{-1}$, ou seja, 75 gramas por quilograma de massa corporal de forma a obter a maior potência possível e assim atingir os níveis pretendidos de fadiga. Segundo estes autores, em estudos nos quais o foco principal é a potência máxima, devem ser utilizadas cargas superiores àqueles em que a prioridade é a análise da potência média. A carga mais frequentemente utilizada corresponde a $0,075 \text{ kp.kg}^{-1}$, no entanto a aplicação de resistências mais elevadas permite gerar uma potência máxima superior (Barfield et. al., 2002; Inbar et. al., 1996; Sands et. al., 2004; Denadai et al., 1997). A opção pela

aplicação dos valores de carga adoptados prende-se ao facto de a duração do teste ser superior àquela utilizada pelos referidos investigadores: enquanto estes utilizaram 30 segundos, esta investigação considerou 45 segundos na duração total do teste.

As variáveis Potência e Velocidade, referentes ao desempenho, foram recolhidas no decorrer do teste de Wingate.

A recolha das variáveis fisiológicas foi efectuada imediatamente, 3, 5 e 7 minutos após término do teste.

Estes tempos de recolha dos valores de lactato sanguíneo fazem sentido se tivermos em conta que o pico máximo da concentração de lactato é atingido cerca de 5 minutos após o final do esforço. Acredita-se que o mecanismo responsável por este atraso na elevação dos valores de lactato seja o tempo necessário para que o ácido láctico seja neutralizado e transportado para a corrente sanguínea (Baechle T, Earle R, 2008; Hartmann J, Tünnemann, 1989; Malina et. al., 2004). Ainda a justificar a decisão por estes tempos de recolha, pende o facto de estes terem já sido utilizados com êxito noutras investigações (Maud P, Foster C, 1995; Denadai et al., 1997; Birch K et al., 2005; Kenney, W 2012).

2 – Fase de Intervenção

A fase de intervenção teve a duração de 72 horas, tendo-se iniciado após a recolha dos níveis de lactato no sangue.

Os procedimentos basearam-se na utilização de uma técnica específica de acupunctura – a técnica Leopard Spot – que consiste em cinco punções superficiais descrevendo uma circunferência em volta de cada ponto de acupunctura seleccionado, o que em princípio estaria associado ao desencadeamento de uma pequena hemorragia.

Esta técnica foi aplicada em quatro pontos bilaterais escolhidos por especialistas do Instituto de Ciências Biomédicas Abel Salazar – Universidade do Porto e Universidade de Heidelberg – Alemanha. A selecção dos pontos no grupo experimental teve como base o modelo teórico e fisiológico de Medicina Tradicional Chinesa Científica de Heidelberg, sendo os pontos puncionados os seguintes:

1. S34 - *monticulus septi* (Liangqiu ST-34);

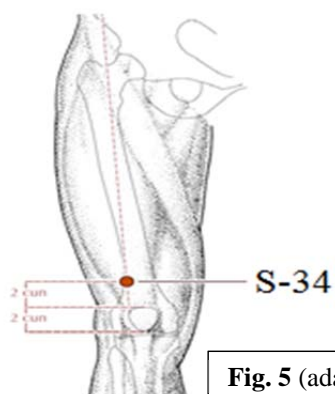


Fig. 5 (adaptado de Deadman P & Al-Khafaji M)

2. P10 - *extremitas carvi* (Yuji LU-10);

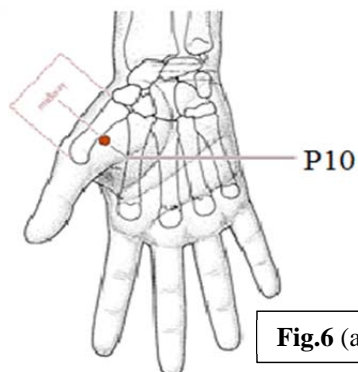


Fig. 6 (adaptado de Deadman P & Al-Khafaji M)

3. Pc5 - *foramen*

intermedium (Jianshi P-5);

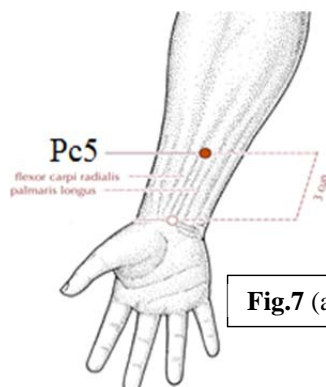


Fig. 7 (adaptado de Deadman P & Al-Khafaji M)

4. It12 – *continens ventum* (Bingfeng SI-12).

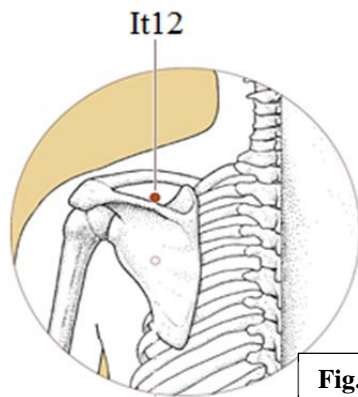


Fig. 8 (adaptado de Deadman P & Al-Khafaji)

Este processo foi repetido nos dois dias seguintes, com 24 horas de intervalo entre cada intervenção.

As 72 horas correspondentes ao período de intervenção permitiram ainda eliminar o efeito da aprendizagem ou adaptação ao esforço, processos que poderiam ter influência na repetição do teste de Wingate na seguinte fase.

3 – Fase Experimental

A fase experimental teve início 24 horas após a última intervenção através de acupuntura, sendo os procedimentos efectuados nesta fase iguais aos da fase 1 (fase de controlo).

As fases 1 e 3 foram efectuadas em condições ambientais semelhantes, medidas pelo mesmo dispositivo (temperatura: 26°C; humidade relativa: 54%)

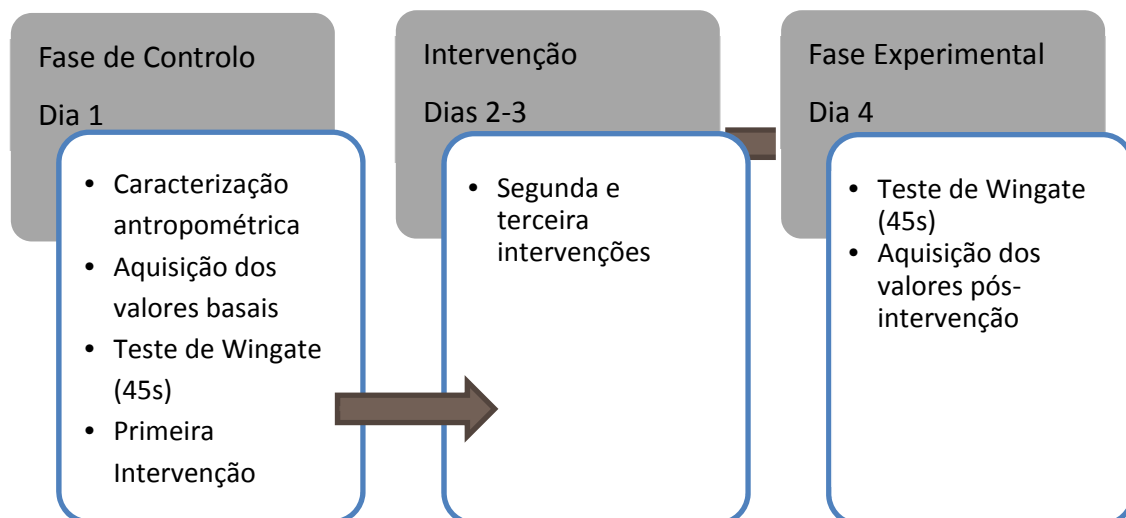


Fig. 9: Desenho de estudo (*flow chart*)

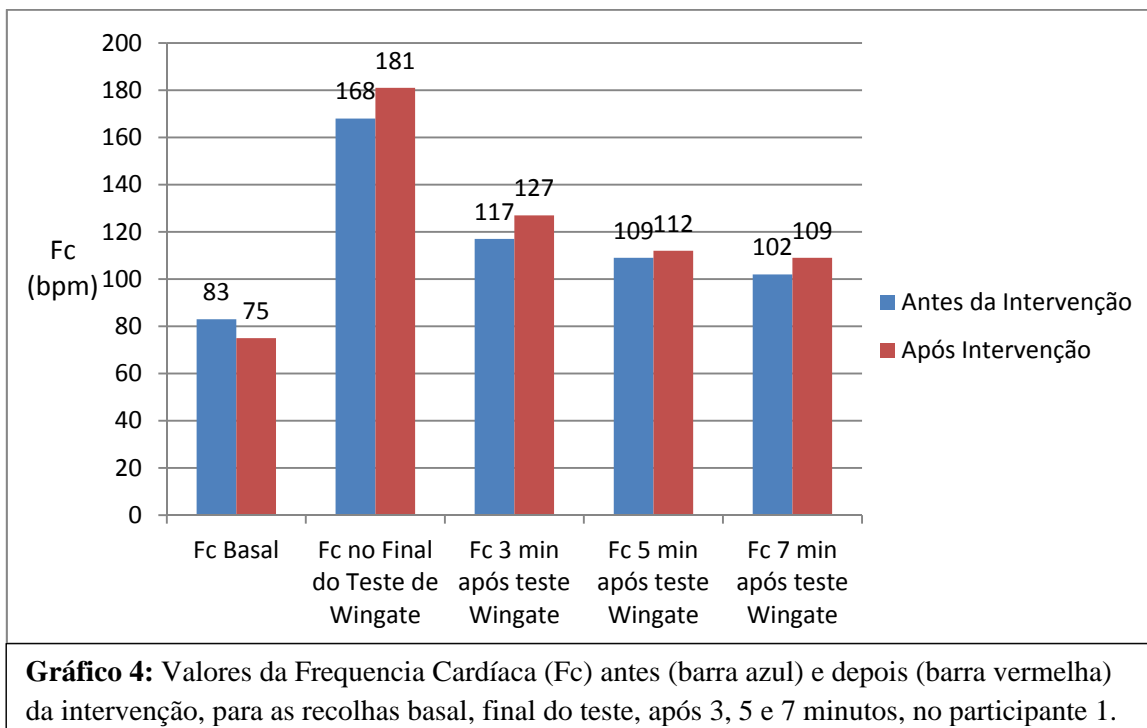
Capítulo 6

Resultados

6. Resultados

6.1. Variáveis fisiológicas

O reduzido tamanho da amostra permite uma análise individual dos dados obtidos. Desta forma, os valores relativos à frequência cardíaca do participante 1 estão resumidos no gráfico seguinte:



Através do gráfico 1 podemos aperceber-nos que apesar da Fc basal ser menor após intervenção, esta tende a ser mais elevada após a execução da prova de esforço. A comparação das frequências cardíacas do Participante 2 encontra-se resumida no gráfico 5:

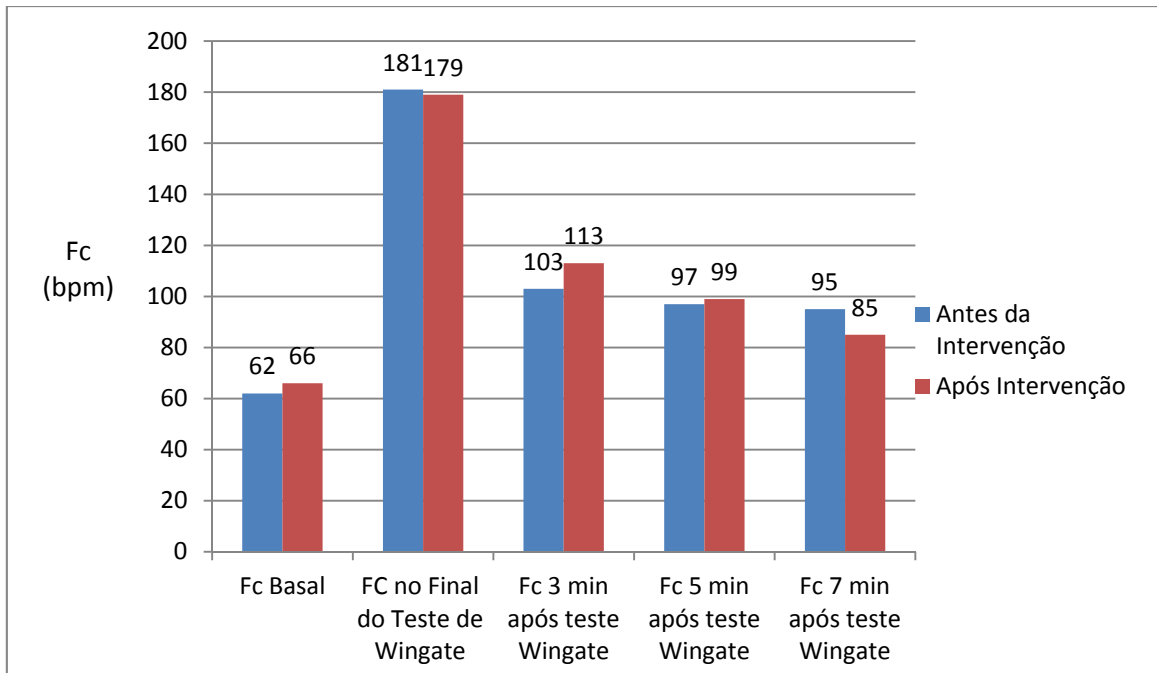


Gráfico 5: Valores da Frequencia Cardíaca (Fc) antes (barra azul) e depois (barra vermelha) da intervenção, para as recolhas basal, final do teste, após 3, 5 e 7 minutos, no participante 2

Verificamos que neste caso a Fc basal é superior após intervenção. Os valores imediatamente após e no final da prova de esforço assumem um carácter igualmente diferente, uma vez que neste caso a Fc é menor após a intervenção. Podemos ainda aperceber-nos que as medições 3 e 5 minutos após o teste de Wingate são as únicas nas quais os valores de Fc após a intervenção são superiores.

O gráfico 6 resume os valores relativos à frequência cardíaca antes e após a intervenção no Participante 3:

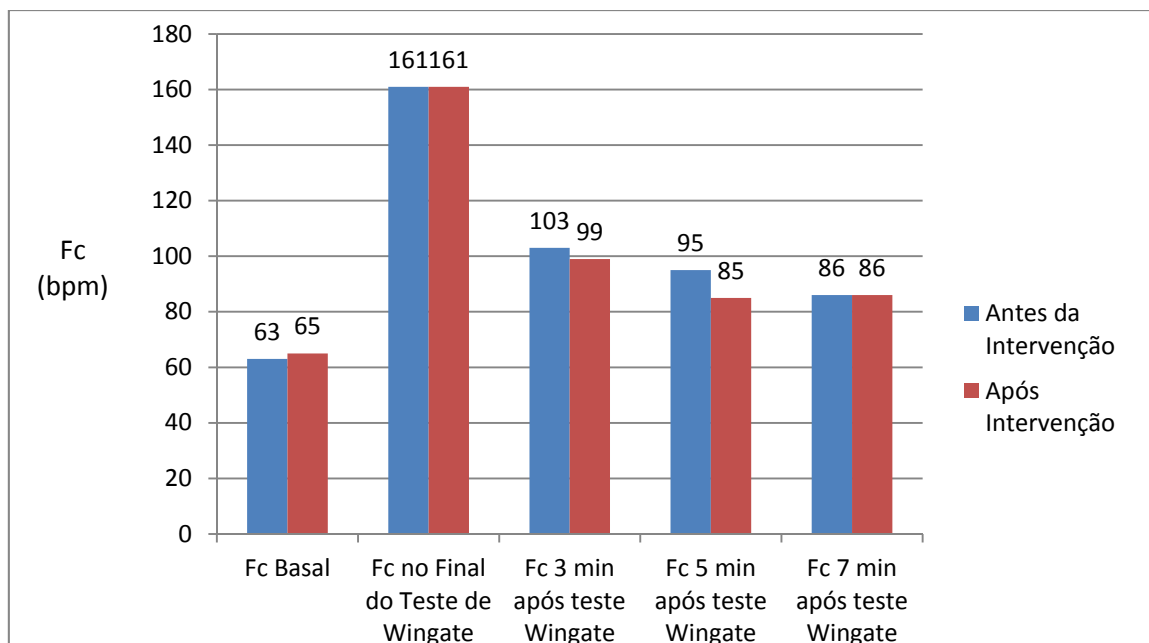


Gráfico 6: Valores da Frequencia Cardíaca (Fc) antes (barra azul) e depois (barra vermelha) da intervenção, para as recolhas basal, final do teste, após 3, 5 e 7 minutos, no participante 3

A análise dos valores de Fc obtidos permite-nos observar que tal como no caso anterior, este participante iniciou o teste com uma Fc basal superior após a intervenção. No final do teste e 7 minutos após o final do teste, os valores eram iguais, verificando-se que 3 e 5 minutos após a prova de esforço a Fc era menor após a intervenção.

A análise da lactatemia foi igualmente efectuada de forma individual para cada participante. Os resultados obtidos pelo Participante 1 são os seguintes:

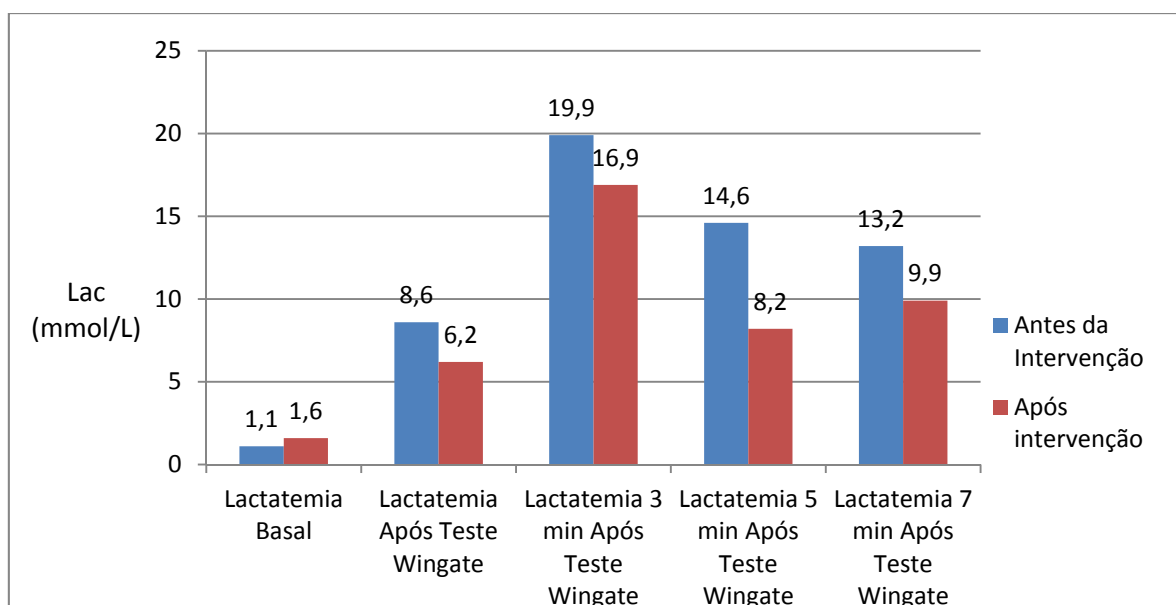
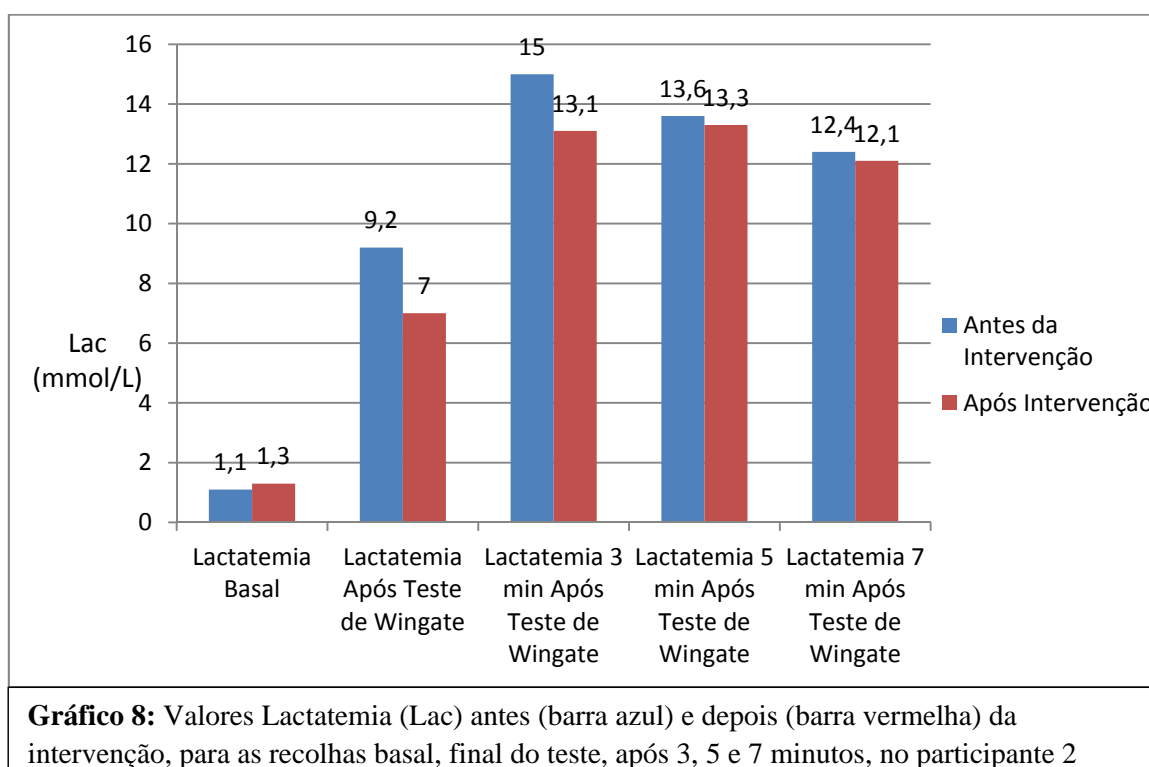


Gráfico 7: Valores Lactatemia (Lac) antes (barra azul) e depois (barra vermelha) da intervenção, para as recolhas basal, final do teste, após 3, 5 e 7 minutos, no participante 1

O gráfico 7 compara os valores da lactatemia antes e após aplicação de acupuntura no Participante 1. A análise deste gráfico permite-nos verificar que mesmo o participante iniciou o teste de Wingate com uma lactatemia basal superior após a intervenção, mas que depois da realização da prova, todos os resultados seguiram uma tendência inversa, ou seja, após a intervenção a leitura dos valores relativos à lactatemia assumiu valores menores.

O seguinte gráfico (Gráfico 8) resume os valores da lactatemia obtidos pelo Participante 2:



O Gráfico 8 permite-nos observar um comportamento semelhante ao caso anterior, tendo o Participante 2 iniciado o teste com uma lactatemia superior após a intervenção e invertido esta tendência no período imediato e de seguimento da prova de esforço.

Este comportamento foi verificado novamente no caso do Participante 3, cuja lactatemia está resumida no Gráfico 9:

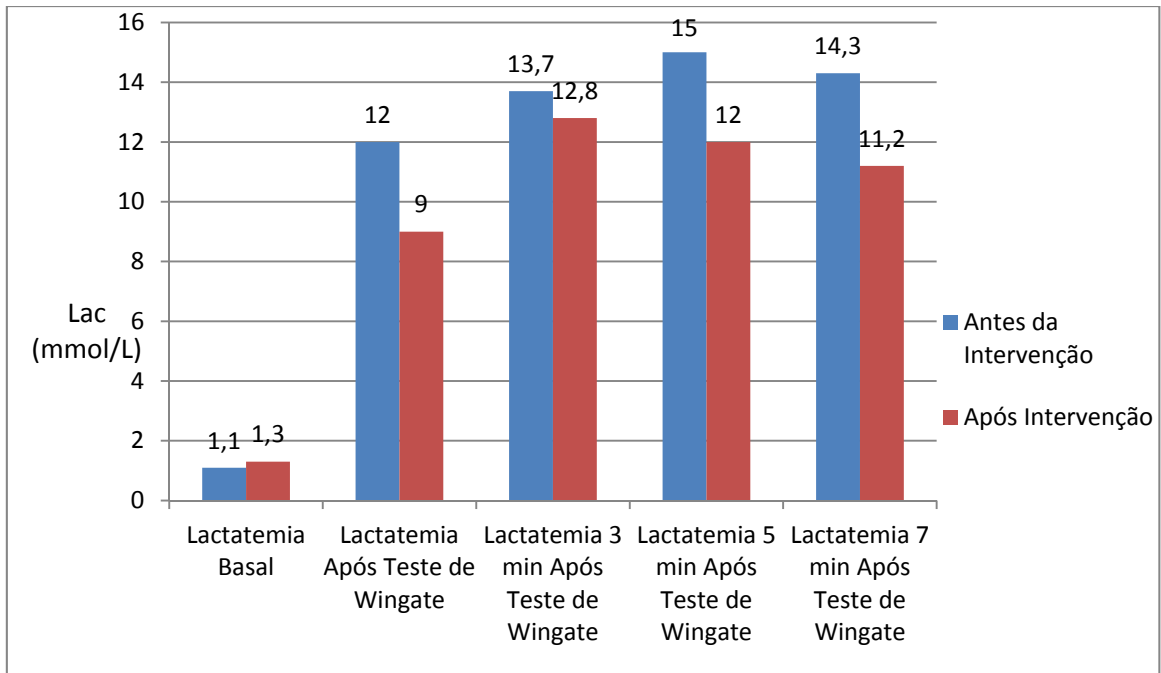


Gráfico 9: Valores Lactatemia (Lac) antes (barra azul) e depois (barra vermelha) da intervenção, para as recolhas basal, final do teste, após 3, 5 e 7 minutos, no participante 3

Este gráfico entra em concordância com os dois anteriores, exibindo valores basais superiores após intervenção com inversão desta tendência no período imediato e de seguimento do teste de Wingate.

6.2. Variáveis relacionadas com a performance

Os seguintes gráficos representam a variação das variáveis Potência (Gráfico 10) e Velocidade (Gráfico 11) antes e após intervenção no participante 1:

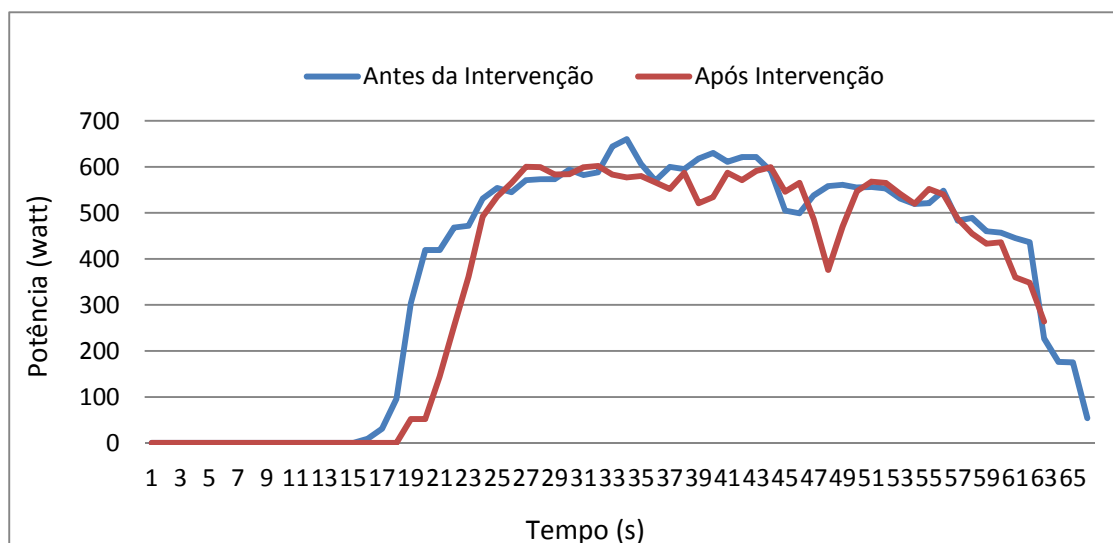
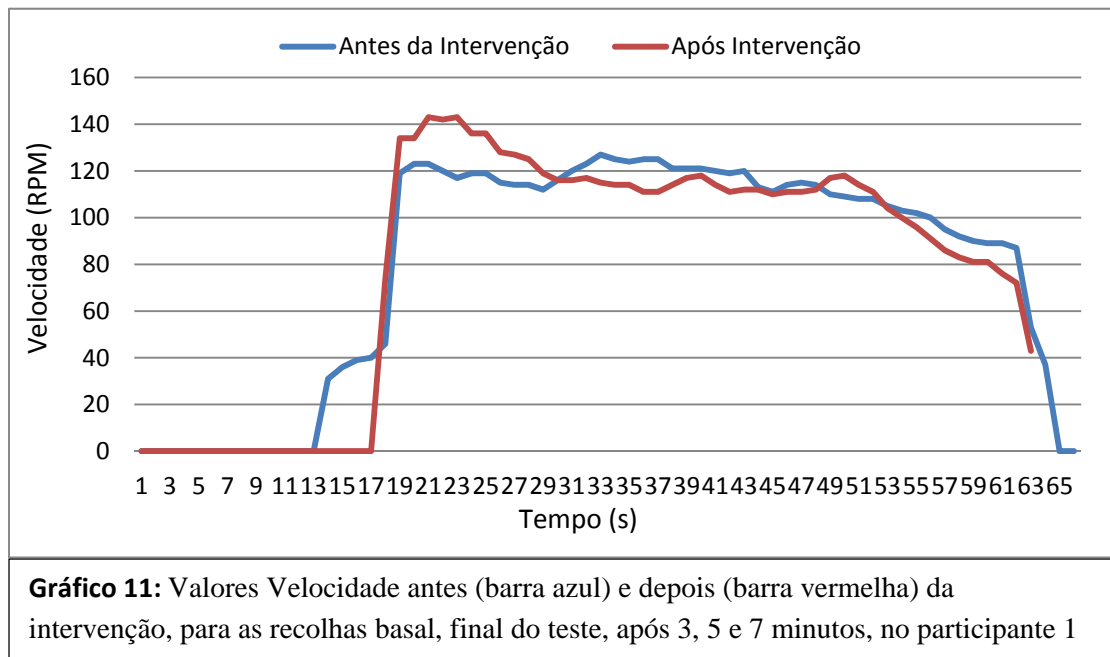


Gráfico 10: Valores Potência antes (barra azul) e depois (barra vermelha) da intervenção, para as recolhas basal, final do teste, após 3, 5 e 7 minutos, no participante 1



A potência e velocidade média obtidas antes da intervenção foram respectivamente 371,85 watt/s e 79,36 Rpm/s. Após intervenção a potência média atingida foi de 348,08 watt/s e a velocidade média 80,48 Rpm/s.

Conforme pode ser verificado pela análise do gráfico, no teste após intervenção a potência começou a ser exercida alguns segundos mais tarde do que no primeiro teste, tendência que é confirmada através da análise do gráfico relativo à velocidade (Gráfico 11). É no entanto possível verificar que apesar desta diferença, durante o intervalo de tempo em que se verificam os valores de potência mais altos, tanto os gráficos alusivos à Potência como os representativos da velocidade são bastante semelhantes, obtendo-se apesar de tudo uma potência média menor e uma velocidade média ligeiramente maior após a intervenção.

Os gráficos 12 e 13 exibem os resultados relacionados com a performance obtidos pelo Participante 2 antes e após intervenção:

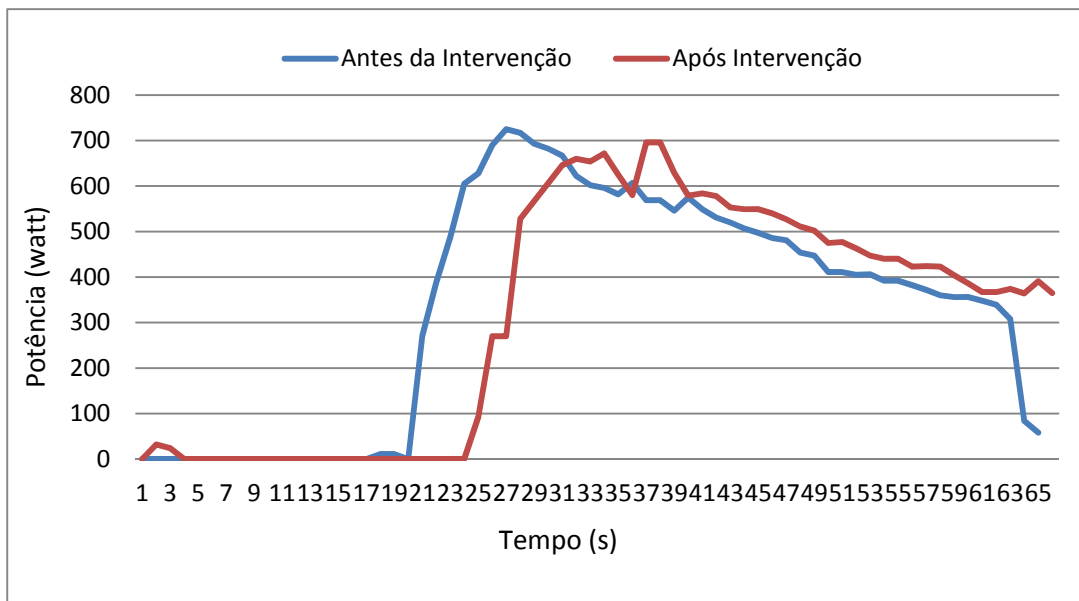


Gráfico 12: Valores Potência antes (barra azul) e depois (barra vermelha) da intervenção, para as recolhas basal, final do teste, após 3, 5 e 7 minutos, no participante 2

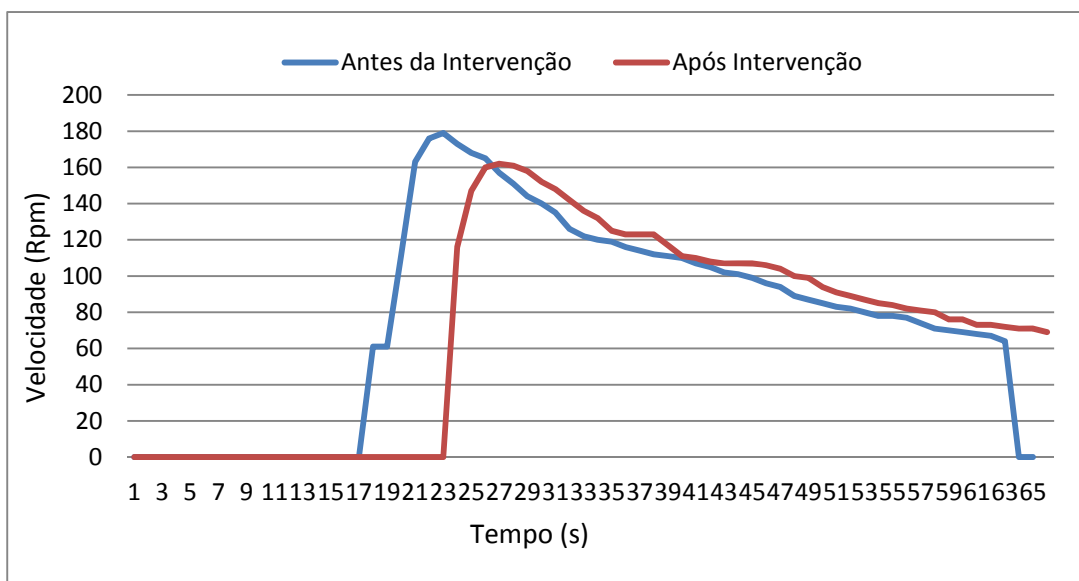


Gráfico 13: Valores Velocidade antes (barra azul) e depois (barra vermelha) da intervenção, para as recolhas basal, final do teste, após 3, 5 e 7 minutos, no participante 2

Os valores das variáveis potência média e velocidade média antes da intervenção foram respectivamente 333,78 watt/s e 76,31 Rpm/s. Após a intervenção o Participante 2 atingiu uma potência média de 314,50 watt/s e uma velocidade média de 70,27 Rpm/s.

Pode-se verificar que tal como no caso anterior, no teste após intervenção a força começou a ser exercida alguns segundos mais tarde. No entanto se

sobrepusermos os gráficos, podemos verificar que também no Participante 2 o desempenho é semelhante nos dois testes que efectuou.

O desempenho atingido pelo Participante 3 é revelado pelos gráficos 14 (Potência) e 15 (Velocidade).

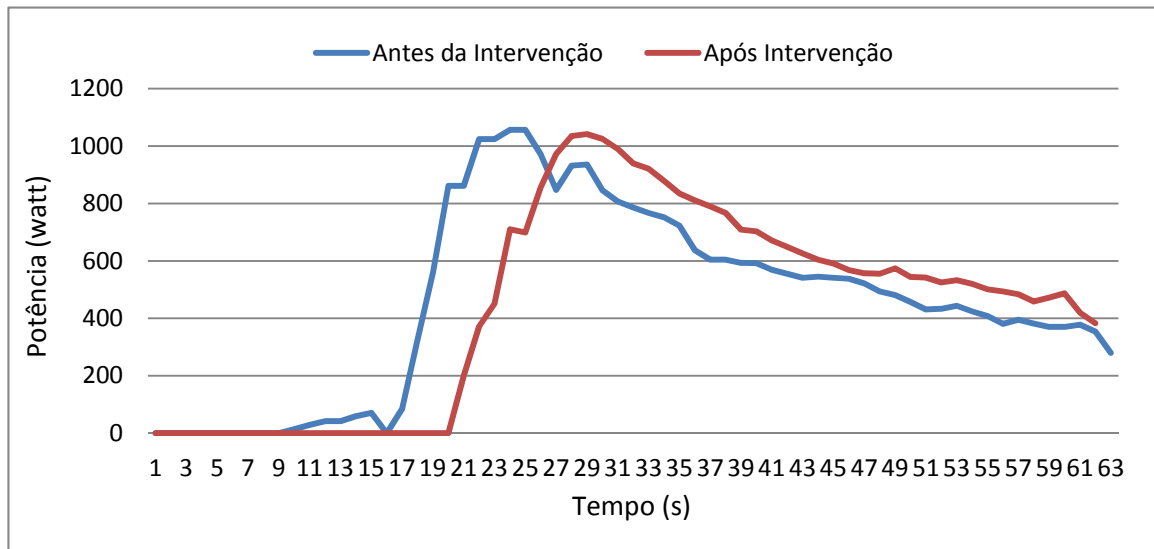


Gráfico 14: Valores Potência antes (barra azul) e depois (barra vermelha) da intervenção, para as recolhas basal, final do teste, após 3, 5 e 7 minutos, no participante 3

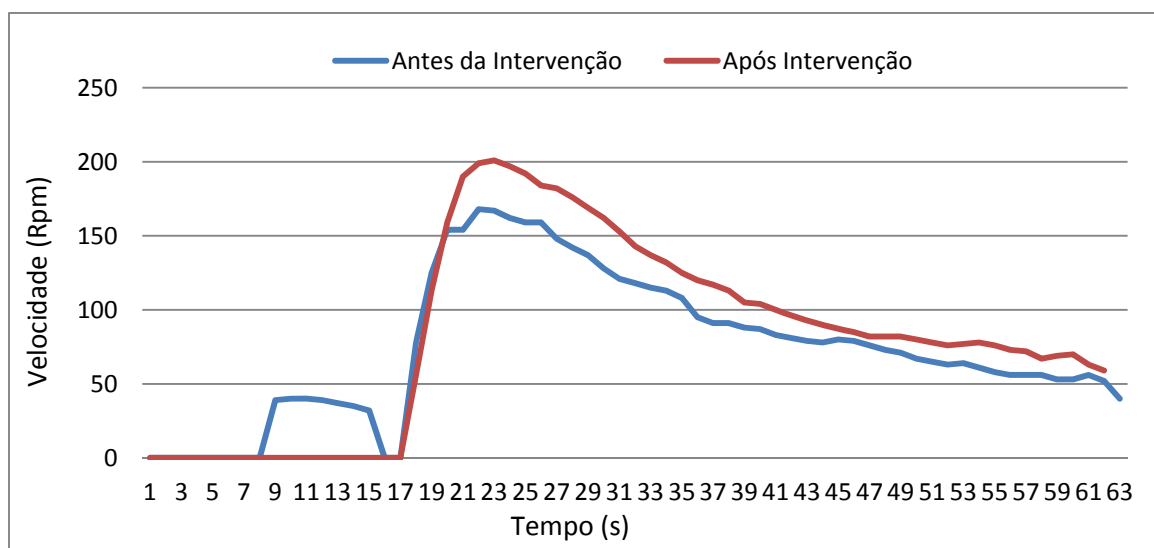


Gráfico 15: Valores mVelocidade antes (barra azul) e depois (barra vermelha) da intervenção, para as recolhas basal, final do teste, após 3, 5 e 7 minutos, no participante 3

O desempenho atingido pelo Participante 3 traduz-se através de uma potência e velocidade médias correspondentes a 457,12 watt/s e 74,13 Rpm/s no teste anterior à intervenção e 442,98 watt/s e 83,29 Rpm/s no teste após intervenção. Também neste caso se pode verificar que no primeiro teste a Potência máxima começou a ser aplicada mais cedo. Tal como no caso do Participante 1, a potência

média foi menor e a velocidade média maior após a intervenção. Esta tendência pode-se dever ao facto de no segundo teste haver um período mais longo durante o qual estas variáveis assumem um valor nulo, pois o traçado dos gráficos nos dois casos sugere uma tendência para valores de Potência e Velocidade mais elevados.

Capítulo 7

Discussão dos Resultados

7. Discussão de Resultados

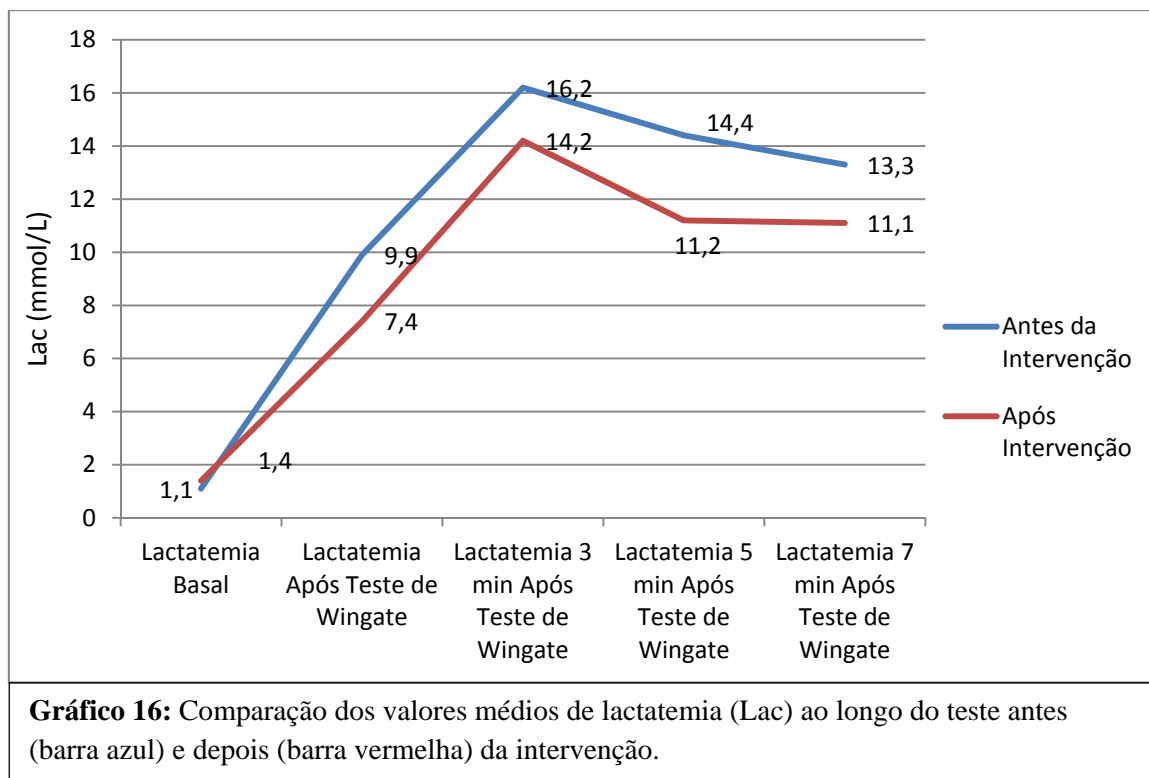
A análise dos gráficos alusivos à frequência cardíaca demonstra que o comportamento desta variável oscilou de forma inconstante: no caso do participante 1 aumentou em todas as medições após a intervenção; o Participante 2 obteve valores diferentes, verificando-se o que após a intervenção houve um aumento da frequência cardíaca basal, 3 e 5 minutos após conclusão do teste de Wingate e diminuição imediatamente após e 7 minutos após conclusão do teste. O Participante 3 obteve de igual forma um padrão de valores diferente, com aumento da frequência cardíaca basal após intervenção, diminuição 3 e 5 minutos após o teste e valores semelhantes imediatamente após e 7 minutos após o teste, depois de expostos à acupuntura.

Este comportamento não permite verificar nenhum efeito específico da intervenção através da acupuntura na frequência cardíaca pois os valores após intervenção exibem tendências demasiado díspares nos três participantes.

Apesar de diversos investigadores reconhecerem a capacidade da acupuntura em influenciar os parâmetros relacionados com as funções circulatórias e cardiovasculares (Cassidy CM, 2002; Yao T, 1993; Filshie J, White A, 1998), à semelhança do que alguns referem (Cassidy CM, 2002; Ballegaard S et al., 1993), a análise individual destes parâmetros revela-se demasiado díspar, não podendo por isso ser retiradas conclusões relativas a esta variável. Pode no entanto especular-se que a ascensão mais rápida da frequência cardíaca e correspondente descida mais lenta após intervenção pela acupuntura poderão estar relacionadas com maior quantidade e velocidade da microcirculação, resultando numa maior taxa de clearance de ácido láctico e renovação de nutrientes essenciais ao metabolismo energético.

A análise da lactatemia revela uma realidade substancialmente diferente. Apesar de após a intervenção a lactatemia basal ser superior nos 3 participantes, no período que se seguiu ao teste ocorreu uma inversão desta tendência, tendo-se obtido em todas as análises efectuadas valores de lactato substancialmente inferiores após a exposição à acupuntura.

A análise da média global da lactatemia em cada momento antes e após a intervenção confirma esta tendência, revelando ainda uma remoção do lactato mais acentuada após a intervenção, principalmente no período compreendido entre os 3 e 5 minutos após o final da prova de esforço (Gráfico 13).



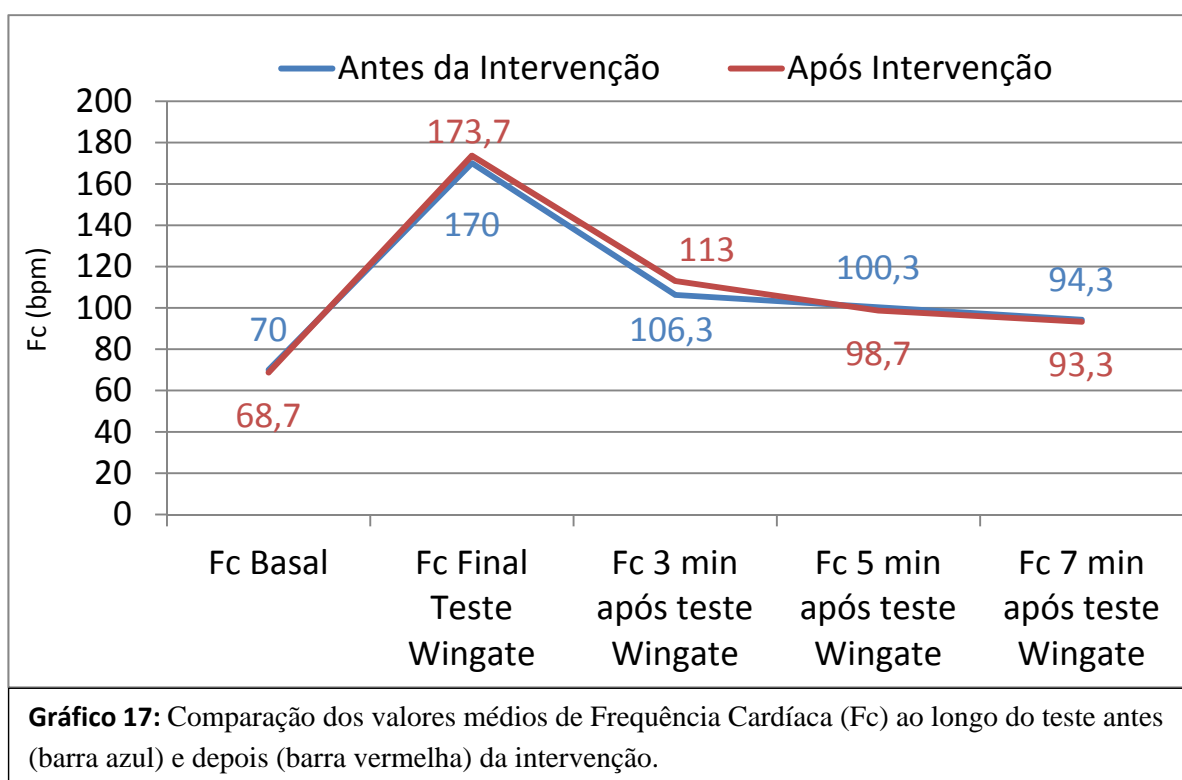
O Gráfico 16 esquematiza as referidas diferenças, mostrando pela inclinação das linhas uma remoção mais rápida do lactato após o pico ser atingido. Esta remoção mais rápida é compatível com uma maior capacidade de recuperação da fadiga após um esforço intenso, ou seja, após a exposição à acupuntura houve uma maior e mais eficiente clearance de lactato, o que permite uma maior capacidade de recuperação (Kenney W et. al., 2012; Plowman S, Smith D, 2011; Birch K et. al., 2005; Wilmore, J, Costil, D, 2004).

A análise dos gráficos alusivos às variáveis relacionadas com a performance (Potência e Velocidade) permitem-nos verificar que a curva de Potência após intervenção tem um início mais tardio, pelo que o intervalo de tempo durante o qual foi realmente exercida força na pedaleira foi menor no teste após intervenção, obtendo-se desta forma um período maior de tempo durante o qual os valores foram nulos. Este facto pode justificar a menor potência média obtida no segundo teste nos três casos em estudo, podendo ser parcialmente confirmado pelo valor superior da velocidade média no caso dos participantes 1 e 3. Pode-se especular que houve algum efeito de aprendizagem a exercer influência neste comportamento por parte dos participantes, pois não tendo experiência prévia relativamente ao Teste de Wingate e após um primeiro teste no qual ficaram exaustos prematuramente, decidiram “proteger-se” aplicando a força

máxima mais tarde, o que lhes permitiu manter uma intensidade mais elevada até ao final do teste. Esta especulação pode ser fundamentada pelo facto de todos os gráficos exibirem uma diminuição de performance decorrente da fadiga mais pronunciada nos testes anteriores à intervenção.

Este problema poderá ser solucionado de duas formas distintas: a mais simples envolve diminuir o tempo da prova para 30s (Franchini, 2002; Bar-Or, 1987; Inbar et. al., 1996; Denadai et. al., 1997; O'Connor et. al., 2005; Kjaer et. al., 2003; Smith J, Hill D, 1991). Outra forma consistiria em permitir que os participantes tivessem contacto com o Teste de Wingate (através da divulgação e demonstração prática) antes da colheita de dados, o que permitiria que estes estivessem cientes do tipo de esforço envolvido.

É ainda de ressaltar que não se espera que este comportamento tenha afectado de forma significativa os resultados finais, uma vez que se a taxa de esforço ou o total de trabalho produzido fossem significativamente menores no segundo teste, seria de esperar que os valores das duas variáveis fisiológicas em estudo fossem consistentemente menores, facto que não se verificou na variação da frequência cardíaca, conforme pode ser percebido através do gráfico 17.



Apesar da evidente diferença verificada na lactatemia após teste, dado o reduzido tamanho amostral, estes resultados devem ser observados com alguma precaução, sendo necessário envolver um maior número de participantes de

forma a obter uma base de comparação maior, com resultados relativos à frequência cardíaca mais consistentes e de forma a que possam ser aplicados testes estatísticos rigorosos.

O sucesso na obtenção de um número mais significativo de participantes pode envolver a modificação das estratégias de recrutamento: este poderá ser efectuado mais precocemente, envolvendo um meio de divulgação mais eficaz, como por exemplo, um *workshop* formativo com a presença dos investigadores, aliado a uma divulgação publicitária mais eficaz e direccionada. A inclusão de uma recompensa (material ou perecível) pode ser igualmente uma estratégia eficiente de recrutamento. Por outro lado, a selecção da amostra pode ser restrita apenas a desportistas profissionais, aos quais seriam explicados os potenciais benefícios no rendimento e performance que poderiam obter, oferecendo como recompensa pela participação o prolongamento do tratamento após o término do estudo.

Podem ainda ser sugeridas algumas melhorias relativamente ao desenho de estudo, nomeadamente a inclusão de um grupo de controlo ou placebo, de forma a possibilitar a comparação entre participantes aos quais não foi administrado nenhum tratamento (controlo) e/ou participantes aos quais foi aplicado um tratamento em áreas às quais não é atribuído qualquer efeito específico (placebo). Poderá ser ainda incluído um desenho de estudo cruzado, o que permitiria obter informações relativas ao efeito de diferentes tratamentos aplicados ao mesmo grupo e entre os dois grupos em simultâneo.

Outras possibilidades podem incluir a alteração do tempo da intervenção (maior tempo de intervenção) ou aumento da quantidade de testes efectuados após a prova de esforço, o que possibilitaria um estudo mais alargado do comportamento dos parâmetros analisados no período de recuperação.

É ainda importante referir a necessidade de incluir a recolha de outros parâmetros biológicos, nomeadamente a variabilidade da frequência cardíaca, frequência respiratória, oximetria e a introdução de uma escala de percepção individual do esforço. Estes dados são relevantes para que se possa perceber de que forma a acupunctura modifica a clearance do lactato, ou seja, quais são os mecanismos que esta técnica em particular é capaz de activar ou inibir de forma a permitir uma remoção mais rápida ou uma maior tolerância à acumulação de lactato após um esforço máximo.

Capítulo 8

Conclusões

8. Conclusões

Os valores da frequência cardíaca pelo carácter díspar que assumem não permitem retirar conclusão alguma relativamente à influência da acupuntura no seu comportamento em esforços máximos.

Relativamente à lactatemia, através da análise dos gráficos correspondentes e dado o reduzido tamanho da amostra podemos apenas sugerir que a exposição a esta técnica específica de acupuntura poderá resultar numa remoção mais rápida do ácido láctico, o que permite uma recuperação mais rápida e pode desta forma melhorar o rendimento desportivo em esforços de alta intensidade.

A direcção e magnitude destes dados sugerem a possibilidade de obter um efeito positivo na performance e rendimento desportivo através da aplicação da técnica *leopard spot*, sendo no entanto necessário incluir mais participantes na amostra, efectuar alterações no desenho de estudo no sentido de incluir um grupo de controlo e/ou placebo e ainda considerar a análise de mais variáveis fisiológicas, nomeadamente variabilidade da frequência cardíaca, frequência respiratória e oximetria, no sentido de permitir uma melhor compreensão do tipo de mecanismos relacionados com os efeitos verificados.

Capítulo 9

Referências Bibliográficas

9. Referências bibliográficas

1. Leung PC, Xue CC, Cheng YC, A Comprehensive Guide to Chinese Medicine, World Scientific, 1, 2003, 4-5.
2. Sancier KM, Medical applications of qigong, *Alternative therapies*, 2.1, 1996, 40-46.
3. Greten HJ, Understanding TCM: Scientific Chinese Medicine – the Heidelberg Model Course Version, 2010.
4. Cassidy CM, Contemporary Chinese Medicine and Acupuncture, Churchill Livingstone, 1, 2002, 5-6.
5. World Health Organisation, Guidelines For Clinical Research on Acupuncture, Who Regional Publications, Western Pacific Series no. 15, 1995.
6. Chonghuo T, Tratado de medicina chinesa, Ed. Roca, São Paulo, 1993.
7. Cheung L, The Mechanism of Acupuncture Therapy and Clinical Case Studies, Taylor & Francis, London, 2005.
8. Morey SS, Special Medical Reports: NIH Issues Consensus Statement on Acupuncture, *Am Fam Physician*, 57, 10, May 15 1998, 2545-2546.
9. Mayer DJ, Acupuncture: An Evidence-Based Review of the Clinical Literature, *Annu. Rev. Med*, 51, 2000, 49-63.
10. Ma Yt, Biomedical Acupuncture for Sports and Trauma Rehabilitation: Dry Needling Techniques, Churchill Livingstone, 2011.
11. Liu Z, Liu L, Essentials Of Chinese Medicine, 1,1, 2010, 3-8.
12. Maciocia G, Os fundamentos da Medicina Chinesa - Um texto abrangente para Acupunturistas e Fitoterapeutas, Ed. Rocca, 2, 1996, 23-30.
13. Jiuzhang M, Lei G, A General Introduction to Tradicional Chinese Medicine, Taylor & Francis 1, 6, 2010.
14. Diener HC et al., Acupuncture for the treatment of chronic headaches, 104, 2007.
15. Greten HJ. Kurbuch Traditionelle Chinesische Medizin- TCM verstehen und richtig anwenden (2 ed.), Stuttgart, 2006.
16. Zhang E, Chinese Massage, Publishing House of Shanghai University of Traditional Chinese Medicine, Shanghai, 1990.
17. Zhao M, Chinese Diet Therapy, China Esperanto Press, Beijing, 1996.
18. Crompton P, The Elements of Tai Chi, Element Books Ltd, Shaftesbury Dorset 1990.
19. Greten HJ, Understanding TCM: Scientific Chinese Medicine – the Heidelberg Model, Course Version, 2010.
20. Xin L, Miller YD, Brown WJ, A Qualitative Review of the Role of Qigong in the Management of Diabetes, *The Journal Of Alternative And Complementary Medicine*, 13, 4, 2007,427-433.
21. Sancier KM, Hu B, Medical Applications Of QiGong and Emitted Qi on Humans, Animals, Cell Cultures and Plants: Review Of Selected Scientific Research, *American Journal Of Acupuncture*, 19, 4, 1991, 367-377.
22. Cai J, Chao G, Chen D, et al., State Administration of Traditional Chinese Medicine: Advanced Textbook on Traditional Chinese Medicine and Pharmacology, New World Press Beijing, China, 4, 1997.
23. Wen TS, Acupuntura clássica chinesa, 2ª ed. São Paulo, 1989.

24. Jaggar D, History and basic introduction to veterinary acupuncture: Problems in Veterinary Medicine, 4, 1, 1992, 13-15.
25. Schoen AM, Introduction to veterinary acupuncture: Scientific basic and clinical applications, Annual Convention Of the American Association Of Equine Practitioners, California, 1993.
26. Torro CA, Atlas Prático de Acupuntura no Cão, Livraria Varela, São Paulo, 1997.
27. Yamamura Y, Acupuntura tradicional: A arte de inserir, Ed. Roca, São Paulo, 1993.
28. Qiu ML, Zang SC, Yu ZQ, et al., Chinese Acupuncture and Moxibustion, Churchill Livingstone, Edinburgh, 1993.
29. Chen K and Cui Y, Handbook to Chinese Auricular Therapy, Foreign Languages Press, Beijing. 1991
30. Baldry PE, Acupuncture, trigger points and musculoskeletal pain. 2nd Ed, Churchill Livingstone, New York 1993.
31. Jansen G, Lundeberg T, Kjartansson J, et al., Acupuncture and sensory neuropeptides increase cutaneous blood flow in rats, Neuroscience Letter 97, 1989, 305-309.
32. Kashiba H, Veda Y, Acupuncture to the skin induces release of substance P and calcitonin gene-related peptide from peripheral terminals of primary sensory neurons in the rat, American Journal of Chinese Medicine, 19, 1991, 189-197. *cit in* Cassidy CM, Contemporary Chinese Medicine and Acupuncture, Churchill Livingstone, 1, 2002, 5-6.
33. Ernst M, Lee MH, Sympathetic vasomotor changes induced by manual and electrical acupuncture of the Hoku point visualized by thermography, Pain 21, 1985, 2533. *cit in* Cassidy CM, Contemporary Chinese Medicine and Acupuncture, Churchill Livingstone, 1, 2002, 5-6.
34. Itaya K, Manaka Y, Ohkubo C, et al, Effects of acupuncture needle application upon cutaneous microcirculation of rabbit ear lobe, Acupuncture Electrother Research, 12, 1987, 45-51. *cit in* Cassidy CM, Contemporary Chinese Medicine and Acupuncture, Churchill Livingstone, 1, 2002, 5-6.
35. Litscher G, Schwarz G, Sandner-Kiesling A, et al, Effects of acupuncture on the oxygenation of cerebral tissue, Neurological Research. 20 (suppl 1), 1998,28-32. *cit in* Cassidy CM, Contemporary Chinese Medicine and Acupuncture, Churchill Livingstone, 1, 2002, 5-6.
36. Guimarães CM, Pinge MC, Yamamura Y, and Mello LE, Effects of acupuncture on behavioral, cardiovascular and hormonal responses in restraint-stressed Wistar rats. Brazilian Journal of Medical and Biological Research. 30, 1997, 1445-1450.
37. Leong ML, Sin YM, Tan CH, Effect of electrical acupuncture on histamine and prostaglandins of acute inflammatory response, Alternative Medicine. 2, 1987, 103-109.
38. Yao T, Acupuncture and somatic nerve stimulation: mechanism underlying effects on cardiovascular and renal activities, Scandinavian Rehabilitation Medical Supplement. 29, 1993, 7-18.
39. Filshie J, White A, The clinical use of, and evidence for, acupuncture in the medical systems. In Filshie J, White A. Medical acupuncture: a western scientific approach. Churchill Livingstone, Edinburgh. 1998

40. Tayama F, Mureki T, Bekki S, et al. Cardiovascular effect of electro-acupuncture. *Kurume Medical Journal*, 31, 1984, 37-46.
41. Ballegaard S, Muteki T, Harada H, et al, Modulatory effect of acupuncture on the cardiovascular system: a cross-over study, *Acupuncture Elect Research*, 18, 1993, 103-115.
42. Porkert, Henpen, *Classical Acupuncture, The Standard Textbook*. Phainon edition, Germany, 1995.
43. Kenney W, Wilmore J, Costill D, *Physiology of Sport and Exercise*, 5th Ed. Human Kinetics, 2012.
44. Guyton A, & Hall J, *Textbook of Medical Physiology*, 11th Ed. Elsevier, 2006
45. Birch K, MacLaren D, George K, *Sports and Exercise Physiology*, Bios Scientific Publishers, 2005.
46. Plowman S. & Smith D, *Exercise Physiology for Health, Fitness and Performance*, 3rd Ed. Lippincott Williams & Wilkins, 2011
47. Tipler P, *Física para Cientistas e Engenheiros – Mecânica, Oscilações e Ondas, Termodinâmica*, 4^a Ed. LTC Editora, 1, 2000.
48. Wilmore J, Costil D, *Fisiologia del Esfuerzo y del Deporte*, 5^a Ed. Editorial Paidotribo, 2004.
49. Newsholme E & Leech R, *Biochemistry for the Medical Sciences*, New York, 1983.
50. Green H.J, Muscle power: Fiber type recruitment, metabolism and fatigue. *Cit in* Jones L, McCartney M & McComas AJ, *Human Muscle Power*, Human Kinetics, 1986.
51. Franchini E, *Teste Anaeróbio de Wingate: Conceitos e Aplicação*, *Revista Mackenzie de Educação Física e Esporte*, 1, 1, 2002, 11-27.
52. Bar-Or O, The Wingate anaerobic test: an update on methodology, reliability and validity, *Sports Medicine*, 4, 1987, 381-394.
53. Inbar O, Bar-Or O, Skinner J, The Wingate anaerobic test, *Human Kinetics*, 1996.
54. Bosco C, Luhtanen P, Komi P, A simple method for measurement of mechanical power in jumping, *European Journal of Applied Physiology*, 50, 1987, 273-282.
55. Denadai B, Guglielmo L, Denadai M, Validade do teste de Wingate para a avaliação da performance em corridas de 50 e 200 metros, *Motriz*. 3, 2, 1997, 89-94.
56. Hoffman J, Epstein S, Einbinder M and Weinstein Y, A Comparison Between the Wingate Anaerobic Power Test to Both Vertical Jump and Line Drill Tests in Basketball Players, *Journal of Strength and Conditioning Research*. 14, 3, 2000, 261-264.
57. O'Connor F, Sallis R, Wilder R, Pierre P, *Sports Medicine – Just the Facts*. Ed McGraw-Hill, 1, 2005, 45-46.
58. Kjaer M, Krogsgaard M, Magnusson P, Engebretsen L, *Textbook of Sports Medicine*, Ed. Blackwell Science, 2003
59. Smith JC, Hill DW, Contribution of Energy Systems During a Wingate Power Test, *British Journal of Sports Medicine*, 25, 4, 1991, 196-199.
60. Thomas J, Nelson J, *Research methods in physical activity*, Human Kinetics, 1990.

61. Sands W, McNeal J, Ochi M, Urbanek T, Jemni M and Stone M. Comparison of the Wingate and Bosco Anaerobic Tests. *Journal Of Strength and Conditioning Research*, 18, 4, 2004, 810-815.
62. Vandewalle H, Péres G, Monoud H, Standard anaerobic exercise tests, *Sports Medicine*, 4, 1987, 268-289. *cit in* Franchini E, Teste Anaeróbio de Wingate: Conceitos e Aplicação, *Revista Mackenzie de Educação Física e Esporte*, 1, 1, 2002, 11-27.
63. Weinstein Y, Bediz C, Dotan R, Falk B, Reliability of peak-lactate, heart rate, and plasma volume following the Wingate test. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 30, 9, 1998, 1456-1460. *cit in* Franchini E, Teste Anaeróbio de Wingate: Conceitos e Aplicação, *Revista Mackenzie de Educação Física e Esporte*, 1, 1, 2002, 11-27.
64. Hawley JA, Williams MM, Vickovic MM and Handcock PJ, Muscle Power Predicts Freestyle Swimming Performance, *British Journal of Sports Medicine*, 26, 3, 1992, 151-155.
65. Arslan C, Relationship Between the 30 Second Wingate Test and Characteristics of Isometric and Explosive Leg Strength in Young Subjects. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19, 3, 2005, 658-666.
66. Koutedakis Y, Sharp NC, A Modified Wingate Test for Measuring Anaerobic Work of the Upper Body in Junior Rowers, *British Journal of Sports Medicine*, 20, 4, 1986, 153-156.
67. Skinner JS, O'Connor J, Wingate test: cross-sectional and longitudinal analysis. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 19, 1, 1987 *cit in* Franchini E, Teste Anaeróbio de Wingate: Conceitos e Aplicação, *Revista Mackenzie de Educação Física e Esporte*, 1, 1, 2002, 11-27.
68. Taunton JE, Maron H, Wilkinson JG, Anaerobic performance in middle and long distance runners, *Canadian Journal of Applied Sport Sciences* 6, 3, 1981, 109-113. *cit in* Franchini E, Teste Anaeróbio de Wingate: Conceitos e Aplicação, *Revista Mackenzie de Educação Física e Esporte*, 1, 1, 2002, 11-27.
69. Hill DW, Smith JC, Gender Difference in Anaerobic Capacity: Role of Aerobic Contribution, *British Journal of Sports Medicine*, 27, 1, 1993, 45-48.
70. Barfield JP, Sells P, Rowe D and Hannigan-Downs K, Practice Effect of the Wingate Anaerobic Test, *Journal of Strength and Conditioning Research*, 16, 3, 2002, 472-473.
71. Dotan R & Bar-Or O, Climatic heat stress and performance in the Wingate anaerobic test, *European Journal of Applied Physiology*, 44, 1983, 237-243.
72. Üçok K, Gökbel H, Okudan N, The Load for the Wingate Test: According to the Body Weight or Lean Body Mass, *European Journal of General Medicine*, 2, 1, 2005, 10-13.
73. Lu K, Quach B, Chung PK and Tong TK, Optimal Workload of Wingate Test: A Comparison between Normal and Minor Overfat Young Adults, *The Open Sports Sciences Journal* 1, 2008, 20-23.

74. Hawley JA, Williams MM, Hamling GC and Walsh RM, Effects of a Task-Specific Warm-Up on anaerobic Power, *British Journal of Sports Medicine*, 23, 4, 1989, 233-236.
75. Edwards RH, Harris RC, Hultman E, Kaijser L, Koh D and Nordesjo LO, Effect of Temperature on Muscle Energy Metabolism and Endurance During Sucessive Isometric Contractions, Sustained to Fatigue of the Quadriceps Muscle in Man, *Journal of Physiology*, 220, 1972, 335-352.
76. Maxwell NS, Aitchison TC and Nimmo MA, The Effect of Climatic Heat Stress on Intermittent Supramaximal Running Performance in Humans, *Experimental Physiology*, 81, 1996, 833-845.
77. Finn JP, Wood RJ and Marsden JF, Effect of 30°C Heat on the Anaerobic Capacity of Heat Acclimatised Athletes, *Journal of Sports Science and Medicine*, 2, 2003, 158-162.
78. Crowley GC, Garg A, Lohn MS, Van Someren N and Wade AJ, Effects of Cooling the Legs on Performance in a Standard Wingate Anaerobic Power Test, *British Journal of Sports Medicine*, 25, 4, 1991, 200-203.
79. Atkinson G and Reilly T, Circadian Variation in Sports Performance – Review Article, *Sports Medicine*, 21, 4, April 1996, 292-312.
80. Cappaert TA, Review: Time of Day Effect on Athletic Performance: An Update, *Journal of Strength and Conditioning Research*, 13, 4, 1999, 412-421.
81. Teo W, Newton MJ and McGuigan MR, Circadian Rhythms in Exercise Performance: Implications for Hormonal and Muscular Adaptations, *Journal of Sports Science and Medicine*, 10, 2011, 600-606.
82. Masterson G, The Impact of Menstrual Phases on Anaerobic Power Performance in Collegiate Women, *Journal of Strength and Conditioning Research*, 13, 4, 1999, 325-329.
83. Franco BL, Signorelli GR, Trajano GS, Costa PB and Oliveira CG, Acute Effects of Three Different Stretching Protocols on the Wingate Test Performance, *Journal of Sports Science and Medicine*, 11, 2012, 1-7.
84. Inbar O, Bar-Or O, Anaerobic Characteristics in Male Children and Adolescents, *International Journal of Sports Medicine*, 10, 3, 1986, 264-269. *cit in* Franchini E, Teste Anaeróbio de Wingate: Conceitos e Aplicação, *Revista Mackenzie de Educação Física e Esporte*, 1, 1, 2002, 11-27.
85. Nikolaidis PT, Anaerobic Power Across Adolescence in Soccer Players, *Human Movement*, 12, 4, 2011, 342-247.
86. Maud PJ, Foster C, *Physiological Assessment of Human Fitness*, Human Kinetics, 1995.
87. Baechle T, Earle R, *Essentials of Strength Training and Conditioning*, 3rd Ed. Human Kinetics, 2008.
88. Hartmann J, and Tünnemann H, *Fitness and Strength Training*, Sportverlag, 1989.
89. Malina RM, Bouchard C and Bar-Or O, *Growth, Maturation, and Physical Activity*, 2nd ed, Human Kinetics, 2004.
90. Deadman P, Al-Khafaji M, *A Manual of Acupuncture Cd-Rom*, Journal of Chinese Medicine Publications, 2000.

Anexos

Anexo 1

Declaração de consentimento informado

Conforme alei 67/98 de 26 de Outubro e a “Declaração de Helsínquia” da Associação Médica Mundial (Helsínquia 1964; Tóquio 1975; Veneza 1983; Hong Kong 1989; Somerset West 1996, Edimburgo 2000; Washington 2002, Tóquio 2004, Seul 2008)

Designação do Estudo: Influência da Acupuntura na Remoção do Lactato

Eu, abaixo-assinado _____,

Fui informado de que o Estudo de Investigação acima mencionado se destina a

- Avaliar a influência da acupuntura na remoção dos níveis de lactato pós prova de esforço máximo;
- Comparar a capacidade de recuperação da fadiga em condições normais vs. capacidade de recuperação da fadiga após a aplicação de uma técnica específica de acupuntura;
- Acrescentar novos conhecimentos relativos ao potencial da acupuntura como método coadjuvante, preventivo ou terapêutico na recuperação da fadiga;
- Aferir a viabilidade de integração da acupuntura num esquema de recuperação em pessoas/atletas que realizem exercícios/esforços no limiar anaeróbio;

Sei que neste estudo está prevista a realização de testes da concentração sanguínea de lactato através de uma punção com lanceta descartável, duas provas de esforço com um intervalo de 72 horas entre si e a aplicação de uma técnica específica de acupuntura. Foi-me explicado em que consistem estes procedimentos e quais os seus possíveis efeitos, assumindo a Escola Superior de Desporto de Rio Maior responsabilidade pela condução do estudo, respectivos procedimentos e eventuais danos que possam surgir no seu decorrer.

Foi-me garantido que todos os dados relativos à identificação dos Participantes neste estudo são confidenciais e que será mantido o anonimato.

Sei que posso recusar-me a participar ou interromper a qualquer momento a participação no estudo, sem nenhum tipo de penalização por este facto.

Compreendi a informação que me foi dada, tive oportunidade de fazer perguntas e as minhas dúvidas foram esclarecidas.

Aceito participar de livre vontade no estudo acima mencionado.

Concordo que seja efectuada a recolha de uma gota de sangue para análise do lactato, bem como as provas de esforço e aplicação da terapia através da acupuntura para realizar as análises que fazem parte deste estudo.

Também autorizo a divulgação dos resultados obtidos no meio científico, sendo-me garantido o anonimato.

Nome do Investigador: **Diogo Augusto de Brito Bernardo**

Contacto: **937161223 ou 914661303**

Data

____/____/____

Assinatura

Anexo 2

INFORMAÇÃO AO PARTICIPANTE

Caro Participante,

O estudo que em seguida descrevemos designa-se “**Influência da Acupunctura na Remoção do Lactato Após Prova de Esforço Máximo**”.

É reconhecido que o nível de **performance desportiva** assume um **carácter dinâmico**, surgindo em consequência de **um processo de manutenção contínuo**. Este processo pode ser perturbado por diversos factores, um dos quais reside na **fadiga e respectiva capacidade de recuperação**.

A fadiga, caracterizada como a **incapacidade de manter a intensidade de um exercício máximo ao longo do tempo**, afecta a performance desportiva na medida em que prejudica o **desempenho muscular**, diminuí os níveis de **atenção e motivação** e aumenta a pré-disposição para o **desenvolvimento de lesões**.

Nesse sentido, é coerente afirmar que **um melhor controlo da capacidade de recuperação de fadiga pode influenciar positivamente a performance desportiva**.

Esta investigação, cujo principal objectivo consiste **em avaliar a influência da acupunctura na remoção dos níveis de lactato pós prova de esforço máximo**, associa uma terapia alternativa à prática desportiva, pretendendo desta forma acrescentar novos conhecimentos relativos ao potencial da acupunctura como método coadjuvante, preventivo ou terapêutico na recuperação da fadiga e respectivas consequências. **Os resultados obtidos neste estudo poderão ser úteis posteriormente tanto na área da saúde como do desporto**.

Para que os objectivos propostos possam ser alcançados, esta investigação terá a **duração total de 3 dias**, sendo dividida em **três fases**:

➤ **1ª Fase: Fase de controlo (1º dia)**

A primeira fase do estudo consiste na **recolha de dados em estado basal e sem qualquer tipo de intervenção**.

Os níveis de **lactato sanguíneo** são um óptimo indicador dos níveis de fadiga na medida em que são de fácil recolha e alteração rápida durante e após um esforço máximo.

Esta recolha consistirá numa **punção simples e indolor**, efectuada na ponta de um dos dedos ou lóbulos da orelha, de forma a **extrair uma pequena gota de sangue** que será analisada em poucos segundos.

A prova de esforço seleccionada trata-se do **teste de Wingate no ciclo ergómetro**. Este teste tem uma **duração de 30 segundos**, constituindo uma forma prática de activação das vias metabólicas responsáveis pelo aumento da concentração sanguínea de lactato.

Nesta primeira fase serão efectuadas **4 recolhas dos níveis de lactato**:

- A primeira recolha **antes** do teste de Wingate;
- **Três recolhas após** o Teste de Wingate: **1, 3 e 5 minutos após conclusão da prova**.

Serão ainda monitorizadas nestes três momentos **as frequências cardíaca e respiratória**, bem como a **potência média** gerada durante o teste para posterior comparação.

➤ **2ª Fase: Fase de Intervenção (72 horas)**

Na segunda fase será efectuada a intervenção, através de uma **técnica específica de acupunctura (Leopard Spot)**.

Esta técnica consiste em **cinco punções superficiais e indolores**, descrevendo uma **pequena circunferência em cada ponto de acupunctura seleccionado, o que em princípio desencadeará uma pequena hemorragia (1 gota de sangue)**.

Este procedimento será efectuado em **4 pontos bilaterais**, seleccionados segundo os modelos teóricos e fisiológicos da Medicina Tradicional Chinesa Científica, por especialistas em Medicina Tradicional Chinesa do Instituto de Ciências Biomédicas Abel Salazar – Universidade do Porto e da Universidade de Heidelberg – Alemanha.

Note que **esta punção está associada a um grau mínimo de desconforto** uma vez que **todas as agulhas são concebidas especificamente para não provocar dor e não irão permanecer no corpo**, pelo que o único desconforto a que será sujeito é a provável hemorragia ou rubor cutâneo consequente da punção.

Não são esperadas outras reacções adversas, sendo estes procedimentos repetidos uma vez por dia, nos 3 dias que compõem esta fase.

➤ **3ª Fase: Fase Experimental (3º dia)**

A última fase desta investigação envolve **procedimentos similares aos efectuados no primeiro dia**, ou seja:

- Recolha dos níveis basais de lactato, frequência cardíaca e respiratória;
- Teste de Wingate no ciclo ergómetro;
- Recolha dos níveis de lactato, frequência cardíaca e respiratória 1, 3 e 5 minutos pós prova de esforço.

Importante: Para que o período do estudo tenha a duração de 3 dias, a **primeira intervenção através de acupunctura será efectuada imediatamente após a última medição do lactato sanguíneo no primeiro dia**, e a **última intervenção com acupunctura imediatamente antes da medição dos níveis de lactato basais no terceiro dia**.

Com a intervenção através desta técnica de acupunctura esperamos obter **uma remoção mais rápida dos níveis de lactato após um esforço máximo** bem como um **retorno mais rápido dos parâmetros de frequência cardíaca e respiratória ao estado basal**, o que evidenciará uma **melhor capacidade de recuperação de fadiga**.

Desta forma, esperamos contribuir para aumentar o leque de conhecimentos técnicos disponíveis na monitorização e planeamento de actividades desportivas, prevenção de consequências relacionadas com a má gestão da fadiga e também melhorar a intervenção na área da saúde.

Sendo a sua **participação voluntária** terá o que tempo que necessitar para ponderar sobre a sua participação neste estudo. É livre de consultar a opinião dos seus familiares ou amigos.

Caso decida aceitar, poderá posteriormente a qualquer momento recusar continuar no estudo, sem qualquer encargo ou prejuízo.

Ao entrar neste estudo será **garantida a sua privacidade**, através de **confidencialidade dos dados** e regras do **sigilo médico**. Todos os resultados obtidos serão devidamente codificados. Caso pretenda, **poderá ter acesso aos resultados, mas não os poderá divulgar ou usar para fins científicos**.

Os dados serão apenas do conhecimento dos investigadores principais e dos orientadores do estudo, podendo ser posteriormente publicados em revistas científicas ou apresentados em eventos científicos.

Será sempre mantido o seu anonimato e todos os procedimentos efectuados serão gratuitos.

Para qualquer esclarecimento poderá entrar em contacto com o investigador principal neste projecto – Mestrando Diogo Augusto de Brito Bernardo

Telemóvel: 937161223 ou 914661303

A equipa de investigação agradece a sua participação e está ao seu dispor para qualquer esclarecimento.

Data: ___/___/___

Com os melhores cumprimentos,

Diogo Bernardo

Anexo: Pontos de acupuntura a serem utilizados na fase de Intervenção:

