

CAPITULO I

Introdução

Este trabalho ocorre como fio condutor de outros trabalhos já elaborados em anos transactos, tentando ser mais um pequeno contributo na monitorização da resposta imunitária ao exercício. O principal objectivo deste estudo reside no comportamento das hormonas Testosterona, que é anabolizante, e do Cortisol, hormona catabolizante, assim como o seu rácio, em resposta a um protocolo de nado.

Este consiste em nadar durante 20 minutos sem parar a uma velocidade pré-determinada, sendo controladas, de uma forma experimental, a variação das concentrações destas hormonas na saliva num período de 24 horas.

Pretende-se assim, adicionar aos estudos já efectuados, o comportamento de marcadores tidos como significativos na adaptação do organismo ao exercício.

Esta investigação começou pela recolha de saliva dos atletas antes do teste, método que de acordo com Obminiski (1997) se revela pouco invasivo relativamente ao plasma sanguíneo. Numa segunda fase, ocorreu o teste de nado contínuo durante 20 minutos, sendo posteriormente voltadas a serem recolhidas amostras de saliva, 1 hora e trinta minutos depois, 2 horas e trinta minutos depois, na manhã seguinte ao levantar e nas 24 horas imediatamente a seguir ao teste. A análise das salivas recolhidas teve lugar posteriormente, no laboratório de Biocinética da Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física, em dois momentos distintos.

A estrutura deste trabalho está elaborada de uma forma gradual, levando-nos do mais genérico, para o mais particular, que é o estudo em causa.

Começámos por apresentar os estudos já elaborados no âmbito da fisiologia e da fisiologia do exercício, recorrendo a manuais desta área, tais como *Tratado de Fisiologia Médica*, Guyton et al, 1997; *Fisiologia de la actividade y del deporte*, Galego, 1992; *Theory and application to fitness and performance*, Powers et al, 2001, motores de busca na Internet, tais como o Sportdiscus, B-on, Google, Pubmed, entre outros, e pesquisa em várias bibliotecas, de forma a ter uma boa base de suporte para o nosso estudo e enquadrar e confrontar da melhor forma os resultados com que nos deparámos. Esta tarefa revelou-se um tanto difícil, visto que nesta área, tanto a nível nacional como internacional, são escassos os estudos que tenham por base a análise do

comportamento tanto da testosterona como do cortisol salivares e muito menos acerca do seu rácio, relativamente ao exercício de nado. Optámos então, por utilizar estudos direccionados para outras modalidades, que visavam objectivos semelhantes ao nosso estudo.

A fase seguinte consistiu na apresentação da metodologia, dando especial atenção ao que por nós foi integralmente feito, nomeadamente, os procedimentos laboratoriais.

Com o intuito compreender os resultados que obtivemos, discutimo-los com a literatura publicada. No final apresentamos as principais conclusões que nos parecem licitamente aplicáveis.

CAPITULO II

Revisão da Literatura

1- Hormonas

As hormonas testosterona e cortisol, são fundamentais para o nosso estudo, nessa medida, achamos pertinente realizar uma breve síntese acerca de itens como o seu funcionamento, a sua origem e a sua influência no organismo. Para tal socorremo-nos do tratado de fisiologia médica de Guyton & Hall, 1997.

1.1 - Testosterona

Segundo Fox, 1996, e Guyton & Hall, 1997 a testosterona classifica-se como uma hormona esteróide sexual, que são produzidas nos testículos, e a sua secreção efectuada pelo córtex adrenal – androgénios – que compreendem a diidroesterona, a androesterona e a testosterona. A formação da testosterona ocorre nas células intersticiais de Leyding, situadas nos interstícios, entre os túbulos seminíferos, e constituem 20% da massa dos testículos adultos.

Após a sua secreção pelos testículos, circula na corrente sanguínea entre 30min a 1h, podendo fixar-se nos tecidos, convertendo-se dentro das células em diidroesterona, ou então degradada, sobretudo pelo fígado, e excretada para o intestino pela bile hepática, ou na urina pelos rins.

A testosterona é responsável pelas características do género masculino. A partir do período do início da puberdade, a produção desta hormona aumenta rapidamente, tendo o seu declínio mais acentuado somente a partir dos 50 anos de idade. Após o período da puberdade, é também responsável pelo desenvolvimento das características sexuais primárias como o pénis, escroto e testículos, e simultaneamente pelas características sexuais secundárias, que para além dos órgãos sexuais, distinguem o género masculino do feminino.

Estas características sexuais secundárias têm lugar a vários níveis: distribuição de pêlos pelo corpo; diminui o crescimento do cabelo no topo da cabeça; a voz do adulto masculino torna-se mais grave; desenvolvimento de acne devido a um aumento

da espessura da pele; desenvolvimento da musculatura após a puberdade (50% em relação ao sexo feminino); crescimento ósseo e retenção de cálcio; aumento do metabolismo basal até 15%; aumento das hemácias por milímetro cúbico de sangue; por fim, exerce efeito sobre o equilíbrio hídrico e electrolítico.

O controlo das funções sexuais tem início com a secreção da hormona de libertação da gonadotropina (GnRH) pelo hipotálamo, que por sua vez, estimula outras duas hormonas provenientes da glândula hipófise anterior: a luteínica (LH) que é o estímulo primário para a secreção de testosterona pelos testículos e a folículo-estimulante (FSH), responsável pelo estímulo da espermatogénese.

A quantidade de testosterona segregada, aumenta aproximadamente em proporção directa com a proporção de LH disponível, tendo a testosterona o efeito retroactivo de parar a secreção de LH, acontecendo uma inibição mútua e um controlo de feedback negativo da secreção de testosterona.

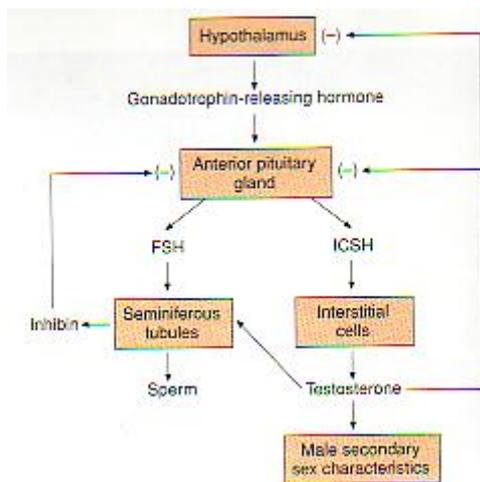


Figura II. 1 Controlo da secreção da testosterona pelo hipotálamo e hipófise anterior. (Adaptado de Powers & Howley)

1.2 - Cortisol

O cortisol é a principal hormona glucocorticoide, é produzida pelo córtex adrenal, sendo segregada pela zona fasciculada do córtex adrenal.

Exerce o seu efeito no metabolismo, através do fígado, aumentando a capacidade de estimular a glicogénese entre seis a dez vezes, formando glicose a partir de aminoácidos e outras substâncias.

Por um lado, aumenta todas as enzimas necessárias à conversão de aminoácidos a glicose nas células hepáticas, resultado do efeito dos glucocorticoides na activação da

transcrição do ADN nos núcleos das células do fígado. Por outro lado, esta hormona causa a mobilização de aminoácidos a partir dos tecidos extra-hepáticos, principalmente do músculo, deixando mais aminoácidos disponíveis no plasma para entrar no processo de glicogénese do fígado, promovendo a formação de glicose.

A segregação desta hormona mostra uma diminuição moderada, apesar da sua causa ser desconhecida, da taxa de utilização da glicose pelas células em todo o corpo, excepto nas do fígado, onde as proteínas hepáticas e plasmáticas são aumentadas, caracterizando-se como excepções à depleção proteica de todas as outras partes do corpo.

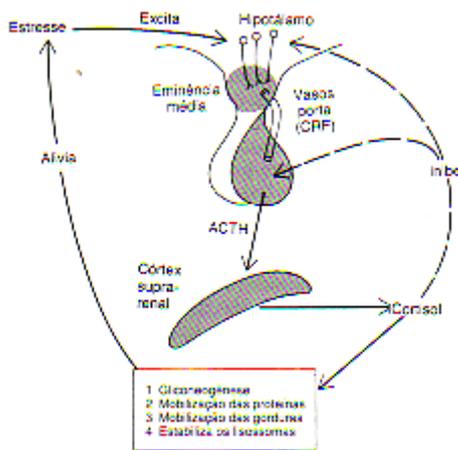


Figura II. 1 Mecanismo para a regulação da secreção de glucocorticoides. (Guyton & Hall, 1997)

O cortisol também exerce efeito sobre o metabolismo das gorduras, bem como em situações de stress e de inflamação. Promove, no primeiro, a mobilização de ácidos gordos acumulados no tecido adiposo, aumentando a sua concentração no plasma, utilizando-os para produção de energia. No segundo aumenta a segregação de cortisol pelo córtex adrenal, bloqueando os estágios iniciais do processo inflamatório mesmo antes da inflamação começar, ou se já iniciada, aumentar a rapidez do processo anti-inflamatório. Para além destes efeitos, existem outros não menos importantes que merecem a nossa referência, tais como os efeitos sobre as alergias, assim como, sobre as células sanguíneas e a imunidade sobre as doenças infecciosas.

A regulação da secreção do cortisol é feita pela hormona adrenocorticotrófica (ACTH), com origem na hipófise anterior, sendo este, por sua vez, controlado pelo hipotálamo, através do chamado factor de libertação da corticotrofina (CRF). Assim sendo, quando o cortisol atinge níveis demasiado altos de concentração, reduz através de efeitos inibidor, no hipotálamo, a formação de CRF e na glândula hipófise anterior, o ACTH a um nível normal de controlo.

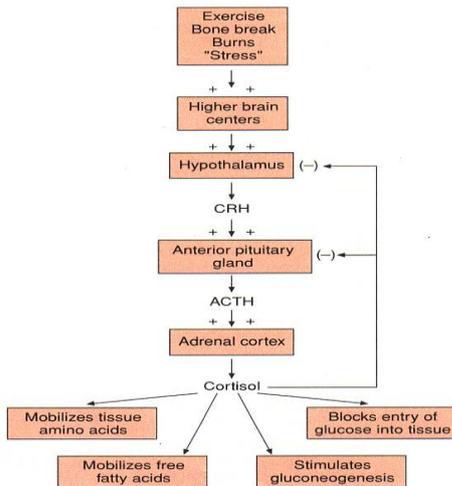


Figura II. 2 Controle da secreção do cortisol
(Adaptado de Powers & Howley)

As taxas de secreção de CRF, ACTH e de cortisol evidenciam um “ciclo circadiano”, onde nos é mostrado que estas não são constantes durante o dia, sendo mais elevada sensivelmente 1h antes do acordar (até um máximo de 20 ug/dl), e mais baixa durante a tarde/noite (até um mínimo de 5ug/dl), resultado de uma alteração cíclica de 24h nos sinais a partir do hipotálamo, que causam a secreção do cortisol. Assim sendo, este ciclo mostra-se bastante importante, na medida em que as medidas dos níveis de cortisol sanguíneo só são significativas, tendo em conta o momento do ciclo em que foram obtidas.

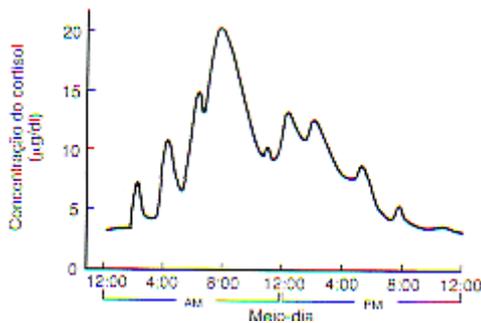


Figura II. 3 Padrão típico da concentração do cortisol durante um período de 24h. (Guyton & Hall, 1997)

2 – Comportamento Especifico em Exercício Genérico

2.1 – Exercício Físico e Testosterona

Os níveis de testosterona como resposta ao exercício variam, dependendo da intensidade e da duração. Em esforços sub-máximos (50 a 70% do VO₂max) e em esforços máximos, principalmente os superiores a 40 minutos, não há variação dos níveis de LH, aumentando os níveis de testosterona.

Em exercícios que levam ao esgotamento, segue-se ao aumento hormonal da fase inicial, um acentuado decréscimo da testosterona, sugerindo mecanismos de regulação das células testiculares de Leyding.

Em exercícios máximos de 60 minutos, aumenta a concentração de testosterona, ao contrário de exercícios aeróbios entre os 30 e os 90% do VO₂max, em que não existem aumentos significativos dos níveis de testosterona, por serem equivalentes ao decréscimo do volume plasmático.

Exercícios esgotantes podem levar a que a redistribuição do fluxo sanguíneo afecte o fluxo testicular, sendo responsável pelos níveis plasmáticos da testosterona, necessitando-se assim de uma valorização individualizada do fluxo plasmático (hemoconcentração) e das mudanças, se as houver, de LH. Gallego (1992)

A testosterona pode comportar-se de duas maneiras distintas, pois, após actividade física de curta duração, a hormona aumenta quer em relação à intensidade quer em relação à quantidade de massa muscular envolvida no exercício. Manso (1999)

A redistribuição sanguínea que é levada a cabo durante o exercício, condiciona o decréscimo do fluxo hepático, e em consequência uma diminuição do metabolismo hepático de androgénios, com os que aumentam no plasma.

Estudos com populações tanto sedentárias como desportistas em exercícios com duração superior a 40 minutos, demonstram que a resposta aumentada da testosterona é inicial, descendo depois, estes níveis, até índices mínimos de testosterona plasmática, que é modificável, de acordo com cada sujeito e a sua capacidade física e que prolonga vários dias a retornar aos níveis de repouso anteriores ao esforço.

O treino físico implica uma maior resposta da testosterona ao exercício, relacionando-se com uma melhor capacidade de rendimento desportivo, relativamente a programas aeróbios e de força. Gallego (1992)

Acontece, para uma actividade física máxima e sub-maximal, que o exercício físico prolongado os níveis de testosterona no plasma sanguíneo aumentam de 10% para 37%. Cumming, et al. e Vogel, citados em Powers & Howly (2001), assim como

durante o treino aeróbio ou de musculação Jensen, et al., citados em Powers & Howly (2001). A concentração da testosterona, nos seus valores basais, é menor tanto em indivíduos do sexo masculino praticantes de desportos de resistência aeróbia, como em fisiculturistas. Hackey, et al., citados em Powers & Howly (2001)

Alguns estudos contestam os aumentos de concentração de testosterona, na medida em que esses aumentos se devem a uma redução do volume plasmático, ou a uma diminuição na velocidade de inactivação e remoção de testosterona. Terjung, et al., citados em Powers & Howly (2001)

Num estudo após seis meses de treino combinado e de competição, realizado com ciclistas, verificou-se que não houve um decréscimo significativo nas concentrações de testosterona salivar. Calbet et al (1993). Estes resultados foram também descritos por Obminiski (1997), noutra estudo com praticantes de karate, concluindo também maior fiabilidade nas amostras salivares em relação ao plasma sanguíneo. Tyndall et al (1996) e Bonifasi (1995), descrevem que a testosterona diminui as suas concentrações plasmáticas ao longo de várias semanas de treino intenso, verificando também, que a concentração de testosterona aumenta logo após o exercício, diminuindo passado uma hora de recuperação. Estas conclusões foram registadas através de um estudo efectuado com nadadores, depois de cumprirem uma tarefa aeróbia em diferentes fases da época, (15 x 200m crol com 20'' de intervalo).

2.2 – Exercício Físico e Cortisol

De acordo com Gallego (1992), durante o exercício físico, as variações de cortisol são consequência de diversas acções, como o aumento da destruição periférica do cortisol, a diminuição da taxa de metabolismo hepático, e o aumento da secreção de ACTH, derivados na sua maioria da influência dos mecanismos relacionados com o stress.

O treino tem efeitos opostos sobre o cortisol, o qual aumenta e volta aos seus valores de repouso mais tardiamente quando cessa o exercício, o que condiciona um prolongamento do prazo de recuperação do desportista.

O comportamento do cortisol varia durante o exercício, em exercícios de baixa intensidade, aumenta muito pouco, enquanto que em exercícios de maior intensidade

(60%-100% da potencia aeróbia máxima), o cortisol aumenta quanto maior a intensidade do exercício.

O cortisol produz uma mobilização de aminoácidos dos tecidos, e um aumento do seu transporte desde a zona extra celular até ao interior da célula hepática, aumentando a disponibilidade para uma posterior conversão em glicose.

À medida que o exercício aumenta de intensidade, prevê-se que, dentro de certos limites, a secreção de cortisol também aumente. Em períodos de treino muito intensos, os valores de cortisol ficam consideravelmente aumentados. A baixa intensidade (40% do VO₂ máximo), o cortisol diminui após a 1ª hora, enquanto que a intensidades mais elevadas (80% do VO₂ máximo), o cortisol aumentou consideravelmente. Davies et al., citado em Powers & Howley (2001)

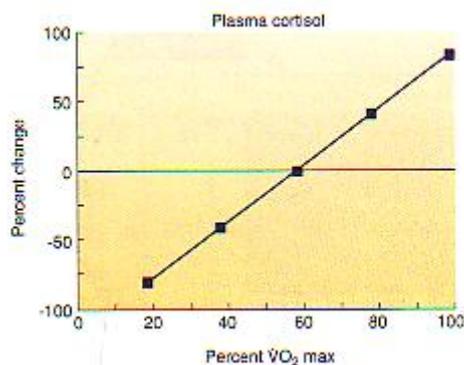


Figura II. 4 Variação da percentagem da concentração do cortisol plasmático com o aumento da intensidade do exercício.

Um estudo com nove estudantes de educação física, cinco do sexo masculino e quatro do sexo feminino, praticantes de exercício físico regular, com idades entre os 19 e os 23 anos, em que o objectivo era pedalar durante trinta minutos a uma intensidade superior a 80% da frequência cardíaca máxima, mostrou que neste exercício sub-máximo, as concentrações de cortisol aumentaram para o dobro. É de realçar que o início deste aumento já se verificava antes do começo do exercício, o que se pode atribuir ao stress pré-teste. Lac et al (1997)

A mesma tendência, foi também verificada por Hoogeveen (1996), através de um teste também sub-máximo, com dez ciclistas profissionais. Noutro estudo realizado por Pagano et al (2005), em dez jogadores de futsal, que após um jogo de 60 minutos dividido por duas partes, encontrou o aumento da concentração de cortisol, mas não para o dobro, continuando a aumentar 24 horas depois do exercício.

Bonifasi (2000) e Chatard et al (2002), concluíram que a concentração de cortisol aumentava consoante a distância de nado acumulada. Bonifasi (2000) acrescentou que os valores da concentração de cortisol plasmático eram superiores no final da época do que no início. A máxima da concentração desta hormona era atingida nos momentos que antecediam as competições preparatórias, decrescendo antes das competições principais. Outra das conclusões deste estudo dava conta que o aumento da velocidade individual de nado estava negativamente correlacionado com o decréscimo da concentração de cortisol no período pré-competitivo. Podemos dizer então, na maioria dos artigos científicos analisados, que os seus autores concluem um aumento dos valores da concentração de cortisol em períodos de exercício intenso.

Gallego (1992) menciona também que as lesões desportivas, que implicam uma dor do tipo agudo, dependendo da gravidade da lesão, aumentam a concentração de cortisol. As mais agressivas podem aumentar a concentração desta hormona em cerca de 100 a 400%, sendo maior a sua secreção nas mulheres do que nos homens, e no período imediatamente seguinte à lesão. Pelo contrário, das dores superficiais, não têm aumentos significativos da concentração de cortisol.

2.3 - Racio Testosterona/Cortisol

Alguns estudos, ainda que com alguma falta de concordância, indicam-nos que as concentrações retiradas do sangue, nos permitem aferir que o rácio testosterona/cortisol, são uma referência da condição anabólica/catabólica de cada atleta, ou de “overtraining” em situações extremas.

Por um lado, Chatard e Duclos (2004), alertam-nos para os valores do rácio testosterona/cortisol, realçando que a testosterona não é a única hormona anabolizante com papel importante, concluindo assim que esta medida (rácio testosterona/cortisol), é artificial.

Por outro lado, alguns autores tais como Urhausen et al (1995) e Fry et al (1997), mostram-nos que para a prevenção da redução acentuada na capacidade de desempenho (overtraining), o rácio testosterona/cortisol é um bom modo de prevenção, na medida que podemos avaliar o equilíbrio entre o anabolismo e o catabolismo, em função da análise do valor apresentado.

Num estudo com ciclistas profissionais, durante um período de 6 meses, estes melhoraram a capacidade aeróbia, enquanto que as capacidades anaeróbias decresceram

em relação aos valores iniciais, não se tendo detectado significativamente, qualquer decréscimo nos níveis do rácio testosterona/cortisol. Cabalet (1993).

A razão testosterona/cortisol, é mais influenciado pelo volume de treino do que pela intensidade. Estas conclusões estão de acordo com um estudo realizado por Simões et al (2004), com corredores fundistas e velocistas, na medida que tanto para o volume de treino como para a intensidade, o valor da razão testosterona/cortisol diminui após o esforço.

3 – Caracterização do Exercício de Nado Aeróbio

Existem cinco disciplinas dentro do conceito de natação. No nosso estudo interessa-nos somente a natação pura desportiva, no entanto, o pólo aquático, os saltos para a água, a natação sincronizada e as águas abertas, são as outras disciplinas na natação.

Relativamente à disciplina relevante para o nosso estudo, a natação pura, podemos caracteriza-la como uma modalidade individual, composta por várias provas, distintas pela distância a percorrer e do estilo em que essa distância é percorrida, tendo como o principal objectivo, nadar cada distância, em determinado estilo, ou estilos, no menor tempo possível.

Esta modalidade segundo Pereira (1994) e Alves (2000), é tipicamente de natureza resistente, não só pelo tipo de resistência das provas que activam os diferentes sistemas energéticos, mas também pelo tipo de treino, que requer grande volume de trabalho, assim como pelas características individuais de cada atleta de alto rendimento desta modalidade, que apresentam valores elevados quer da capacidade, quer da potência aeróbia.

3.1 – Vias Energéticas

A energia sob a forma de Adenosina Trifosfato (ATP) é obtida através dos nutrientes por nós ingeridos sendo fundamental para o funcionamento das células que compõem o nosso organismo. Barata (1997)

As necessidades energéticas do músculo são satisfeitas através da síntese de ATP, por meio de processos diferentes, mas complementares, sendo eles a via anaeróbia aláctica, a via anaeróbia láctica e a via aeróbia. Barata (1997) e Maglisho (2003).

Na via aeróbia aláctica, o ATP é produto da metabolização da fosfocreatina presente no músculo, tendo este a capacidade de utilização até 60% da capacidade total da reserva muscular de fosfocreatina, em esforços de aproximadamente 4/5 segundos, Maglisho (2003), ou no início de um esforço intenso. Gatin (2001)

A via anaeróbia láctica ou glicolítica, é solicitada a partir do momento em que existe a depleção da fosfocreatina presente no músculo, existindo assim, a necessidade de socorrer-se de outros substratos, nomeadamente os hidratos de carbono, que no músculo existem na forma de glicogénio. Este é degradado em glicose, que por sua vez é transformada na glicólise, sem que o oxigénio esteja presente neste processo. O produto de todas estas alterações culmina na formação de piruvato e de iões H^+ . Na presença de oxigénio, o piruvato entra no ciclo de Krebs. Na ausência de oxigénio, existe formação de ácido láctico. Em esforços com duração superior a 20 segundos, o surgimento da fadiga deve-se à formação deste ácido.

A via aeróbia surge através da necessidade de continuar o fornecimento de energia às células musculares, recorrendo às gorduras, sendo a sua metabolização dependente da presença de oxigénio no músculo. Este processo é mais lento, devido à necessidade de transformação das gorduras em ácidos gordos livres, abarcando várias reacções energéticas para a produção de ATP. As grandes vantagens desta via são, a não produção de qualquer produto final, como o ácido láctico, que origina fadiga, como também a maior energia produzida por uma só molécula ser maior do que a energia produzida por uma molécula de glucose. Maglisho (2003). A limitação mais marcante é, por sua vez, a quantidade de oxigénio transportada pelo sangue até ao músculo. Gatin (2001).

De acordo com este autor, cada via energética, dá a sua contribuição de uma forma sequenciada e sobreposta, dependendo do tipo de exercício e do que ele impõe relativamente à solicitação de cada via. O momento de equilíbrio das diferentes vias, acontece entre o primeiro e o segundo minuto do exercício (75 segundos), mas mesmo em exercícios de velocidade de 6 segundos, estão presentes as três vias energéticas. (Tabela III.1)

Tabela III.1 Sistema de produção de ATP (Fox, 1996)

Sistemas	Combustível Químico	O₂ Necessário	Velocidade	Produção ATP	Potencia Máxima ATP
Anaeróbio Sistema ATP-PC	Fosfocreatina	Não	Imediata	Pouco Limitada	3,6 mol/min
Anaeróbio Sistema de Acido Láctico	Glicogénio (Glicose)	Não	Rápida	Pouco Limitada	1,6 mol/min
Aeróbio Sistema Oxidativo	Glicogénio Gorduras Proteínas	Sim	Lenta	Muito Limitada	1,1 mol/min

O tipo de exercício em estudo, nado contínuo durante 20 minutos, de acordo com Maglisho (2003), se realizado à intensidade máxima possível, a via aeróbia é a que mais contribui no fornecimento de energia às células, existindo também uma ligeira contribuição da via anaeróbia láctica e uma contribuição negligenciável da via anaeróbia aláctica. (Tabela III.2)

Tabela III.2 Contribuição das diferentes vias energéticas para exercício de nado aeróbio (Adaptado Maglisho, 2003)

	Via Anaeróbia Aláctica (%)	Via Anaeróbia Láctica (%)	Via Aeróbia	
			Glucose (%)	Lípidos (%)
Prova de 14-22 min (1500 m)	Negligenciável	15	78	7
Séries de 12-15 min	Negligenciável	15	80	5

3.2 – Zonas de intensidade, lactatémia e frequência cardíaca

Para cada objectivo de treino específico, existem zonas de intensidade diferentes, que são determinadas pela carga de treino, que no caso específico da natação consiste na velocidade de nado, considerada como factor externo, determinando respostas

adaptativas, como a frequência cardíaca e a lactatémia, considerados como factores internos. O fornecimento de energia requerido pela tarefa delinea todo o processo descrito anteriormente. A relação entre esses factores de acordo com a seguinte tabela (tabela III.3).

Tabela III.3 Relação entre zonas de intensidade de treino, objectivos de treino, velocidade média de treino, lactatémia e frequência cardíaca (Adaptado de Navarro F. and Arsénio O., 1999; Alves, 2000; Chatard, JC e Mujika et al., 1995)

Zona de Intensidade	Objectivo	Velocidade Média de Nado	Lactatémia mmol.l⁻¹	Frequência Cardíaca
I	Aquecimento e recuperação	Até 60%	–	
II	Capacidade Aeróbia	Até 70%	2 – 3	120 – 150
III	Limiar Aeróbio	≈ 80%	3 – 4	150 – 180
IV	Potencia Aeróbia	≈ 85%	6 – 9	> 180
V	Tolerância Láctica	≈ 90%	>8	Máxima
VI	Máxima Produção de Lactato	≈ 95%	>8	Máxima
VII	Velocidade	Máxima	–	Sub-Máxima

Podemos então caracterizar o tipo de exercício em estudo (nado contínuo durante 20 minutos), como sendo uma tarefa de tipologia aeróbia, de frequência cardíaca situada entre os 150 e os 170 batimentos por minuto e uma lactatémia entre os 3 e 4 mmol.l⁻¹.

CAPITULO III

Metodologia

1 - Caracterização da Amostra

Este estudo contou com a participação de 12 atletas de alto rendimento. A amostra apresenta uma média de idades de 17 anos, experiência a nível competitivo e de treino com uma média superior a 7 anos, registando valores de nado médios anuais de 1450 km.

Para a caracterização desta amostra foram recolhidas e registadas algumas medidas antropométricas: estatura, massa corporal, envergadura e altura sentado, para a caracterização da composição corporal. Foram igualmente recolhidas 6 pregas subcutâneas tal como proposto por Cárter e Ackland (1994). Os procedimentos de recolha destas variáveis está conforme Sobral, F. e Silva, M. (1997). A análise destes dados revelou a amostra bastante homogénea na composição corporal na morfologia.

2 – Procedimentos no terreno

A primeira fase, consistiu na recolha dos dados, tendo esta sido efectuada por colegas do ano anterior, com o consentimento por escrito dos atletas, depois de lhes terem sido descritos e informados todos os procedimentos a serem utilizados durante o projecto.

Para que os dados da recolha de saliva não se revelassem adulterados, foram dadas indicações aos indivíduos de forma a controlar essa recolha, de acordo com o protocolo de recolha de saliva.

Antes do início da prova, os sujeitos foram informados pelos respectivos treinadores acerca da *velocidade de nado* a que este deveria ser realizado, tendo em conta as velocidades obtidas no teste de velocidade máxima (v_{15}). Foi também monitorizada a *frequência gestual* utilizada por cada atleta a cada 50m, permitindo a sua caracterização técnica, sendo posteriormente calculado o *índice de nado* (medida da eficiência da técnica de nado) através da razão do quadrado da *velocidade de nado* ($m.s^{-1}$

¹) pela *frequência gestual* ($c.min^{-1}$), sendo estes multiplicados por 60, Costil et al (1985), como nos é demonstrado pela seguinte equação:

$$In = (Vn^2 / Fg) \times 60 \quad (1)$$

A determinação da *distância exacta percorrida* durante os 20 minutos também foi feita através da razão do *tempo total percorrido* (s) a multiplicar pela *distância do último parcial* (m), tendo como denominador o *tempo do último parcial* (s), como mostra a seguinte formula, segundo Olbrecht (2000):

$$D = (T \times D_{ultp}) / T_{ultp} \quad (2)$$

Deu-se início a um aquecimento prévio, com a seguinte sequência de exercícios:

-
- 600 N (75 Crol . 25 Estilo) + 300 Crol (50 Normal . 25 Técnico . 50 Normal . 25 Rápido)
 - 200 pés Estilo s/ prancha + 6 x 50 Crol cd 1'10''
 - 300 braços Crol (50 Alongar . 25 Progressivo)
 - 4 x 50 Crol Técnica Normal cd 1' (1 Vel Partida . 2 Vel Viragem . 1 Vel Nado)
 - 100 Suave
-

Em seguida, deu-se início ao protocolo experimental, que consistia em 20' de nado contínuo, a uma velocidade que se aproximasse dos 70% da velocidade máxima, que segundo Maglisho (2003), se situa nas tarefas de nado aeróbias. Cada individuo era informado, através de sinalética, se o seu desempenho estava de acordo, com o que foi combinado imediatamente antes do teste, de forma a perceberem se o seu nado era rápido demais, lento demais ou à velocidade pedida. Concluído o teste, verificou-se a frequência cardíaca, medida com um cardiofrequencímetro POLAR[®] S810.

Posteriormente levou-se a cabo a recolha de saliva, em tubos próprios para o efeito, com rolos de algodão no seu interior, denominados de salivettes (SARSTEDT[®]),

que cada indivíduo teria de introduzir na boca e salivar durante 2 minutos. Esta recolha foi feita repetidamente, em diferentes momentos:

- 1º - Antes do início do aquecimento
- 2º - 15 minutos após o final do protocolo
- 3º - 1h30m após o final do protocolo
- 4º - 2h30m após o final do protocolo
- 5º - Manhã do dia seguinte ao acordar
- 6º - 24h depois

Foram também recolhidas microamostras de sangue, para determinação do lactato, nos primeiros minutos após o esforço, no entanto esta recolha não se mostra pertinente nem importante para o nosso estudo.

3 – Metodologia Laboratorial

Esta fase do nosso estudo teve lugar no Laboratório de Biocinética da Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra e baseou-se na análise das concentrações de cortisol e testosterona nas amostras de saliva recolhidas. Esta análise decorreu em dois momentos, um destinado à análise da concentração da testosterona e o outro para a determinação das concentrações de cortisol.

Para um melhor conhecimento dos procedimentos, das técnicas utilizadas, assim como dos aparelhos necessários para esta análise, registámos em fotografia grande parte das etapas que juntamos em anexo. O método utilizado foi um ELISA competitivo (Salimetrics, USA).

3.1 – Cortisol Salivar

Para a determinação dos níveis de concentração de Cortisol na saliva, procedeu-se à seguinte metodologia:

1. Descongelar as amostras de saliva.
2. Misturar as amostras, no *Minishaker Modelo MS 2 Ika*, na rotação máxima.
3. Centrifugar, durante 15 minutos, à temperatura de 4°C, a uma rotação de 3000rpm na *Labofuge 400 R Heraeus*.

4. Colocar por ordem as amostras.
5. Realizar a grelha dos poços:
 - a) os standards
 - b) os zeros
 - c) NSB (poços azuis, que não possuíam anticorpos)
 - d) 1 control H (concentração elevada) e um control L (concentração baixa)
 - e) as diferentes amostras nos vários momentos.
6. Pipetar 25 microlitros de standards, zeros, e amostras para os poços.
7. Preparar 24 mililitros da solução diluente, juntamente com 15 microlitros de cortisol conjugado com *horseradish peroxidase*.
8. Colocar 200 microlitros da solução anterior em cada poço, com uma pipeta *Multichanel “Eppendorf Research”* de 8 pontas (capacidade de 30 a 300 microlitros), colocar no rotador durante 5 minutos (500 rpm), e deixar a encubar durante 55 minutos à temperatura ambiente.
9. Preparar a solução de lavagem, PSB (Wash Buffer Concentrate 10x, que contém albumina) + 1000ml de água pura.
10. Seguidamente bater os poços para retirar o líquido em excesso e as bolhas de ar.
11. Lavar os poços 4 vezes, com a solução de lavagem.
12. Colocar nos poços 200 microlitros de substrato peroxidase (tetrametilbezidina), colocar no rotador durante 5 minutos (500 rpm), e deixar 30 minutos em repouso (sem apanhar luz, já que esta degrada o substrato e a quantidade diminui, logo já não reage tão bem com as amostras).
13. Após os 30 minutos, colocar 50 microlitros da STOP solution (10 minutos a dissolver em água ultra-pura) em cada poço.
14. Por último, colocar no aparelho *Leitor de Elisa ELx 800 (Universal Microplate Reader, Bio-tek instruments)* para determinar a densidade óptica de cada amostra.

3.1 – Testosterona Salivar

Procedimentos:

1. Descongelar as amostras
2. Realizar a grelha com o número de amostras;
3. Diluição em série (150 microlitros no 1º tubo, 100 microlitros no 2º, 100 microlitros no 3º tubo e assim sucessivamente);
4. Passar o standard pela salivete, deixar absorver e depois centrifugar durante 15 minutos na *Labofuge 400 R Heraeus*;
5. Pipetar 50 microlitros de standards e amostras para os poços;
6. Preparar 18 mililitros de solução diluente, juntamente com 7 microlitros de testosterona conjugada com peroxidase (rábano silvestre) ou, em inglês, *horseradish peroxidase*;
7. Colocar em cada poço 150 microlitros da solução conjugada anterior;
8. Colocar os poços no rotador durante 5 minutos (500 rpm), e deixar a encubar durante 55 minutos à temperatura ambiente.
9. Lavar os poços 4 vezes, com a solução de lavagem (50 mililitros de Wash Buffer Concentrate em 500 mililitros de água ultra-pura).
10. Coloca-se o substrato (tetrametilbezidina) nos poços, vai durante 5 minutos ao agitador de placas e fica depois 25 minutos em repouso.
11. Após os 30 minutos, coloca-se 50 microlitros da STOP solution em cada poço.
12. Seguidamente vai durante 3 minutos ao agitador de placas.
13. Por último, coloca-se no aparelho *Leitor de Elisa* para determinar a densidade óptica de cada amostra.

4 – Procedimento Estatístico

Para a análise dos dados recolhidos, utilizámos o programa estatístico “*Statistical Package for Social Sciences – SPSS*”, versão 12.0 para *Windows*.

A caracterização da amostra foi feita através do cálculo da média aritmética, desvio padrão, mínimos e máximos.

A análise dos valores nos seis momentos, foi feita através do teste de Wilcoxon com um valor de significância de $p < 0,05$, (método estatístico não-paramétrico), na medida que algumas das variáveis não respeitava um padrão de normalidade na distribuição (Ntoumanis, 2001).

CAPITULO IV

Apresentação e Discussão dos Resultados

Este capítulo inclui os resultados da aplicação do teste T20', assim como a análise laboratorial dos níveis das hormonas cortisol e testosterona, presentes nas amostras de saliva.

Os resultados serão apresentados pela seguinte sequência:

- 1 – Parâmetros cinemáticos e fisiológicos
- 2 - Parâmetros hormonais

No segundo ponto, realizaram-se as análises descritivas e não paramétricas, através do teste Wilcoxon Test, dos valores de cortisol, testosterona e do rácio testosterona/cortisol, nos seis diferentes momentos do estudo.

1 – Parâmetros cinemáticos e fisiológicos

Tabela IV.1 Mínimos, máximos, médias e desvios padrão dos dados recolhidos no teste T20' (velocidade máxima, velocidade de nado, percentagem da velocidade máxima, frequência cardíaca e lactatos)

	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
Velocidade Máxima	1,58	1,78	1,71	0,06
Velocidade de Nado	1,19	1,34	1,27	0,05
% Velocidade Máxima	68,60	78,70	74,21	3,06
Frequência Cardíaca (bpm)	135	169	157	12
Lactato (mmol.l⁻¹)	1,8	4,1	2,94	0,61

Os vários parâmetros supra apresentados, cinemáticos e fisiológicos, recolheram-se no decorrer do teste T20', tendo alguns deles sido submetidos a cálculos à posteriori, de acordo com o descrito no número dois do capítulo três.

Podemos constatar, de acordo com os valores cinemáticos, que a prova foi verdadeiramente aeróbia, como estava estabelecido e pedido a cada atleta. A velocidade média de nado foi de $1,27 \pm 0,05 \text{ m.s}^{-1}$, correspondendo a $74,21 \pm 3,06\%$ da velocidade máxima de nado dos atletas.

Relativamente aos valores fisiológicos, estes também comprovam a tarefa como de característica aeróbias, de acordo com Maglisho (2003) e Navarro (2001). A frequência cardíaca apresenta um valor médio de 157 ± 12 bpm e no que diz respeito à concentração de lactato, os valores mínimos e máximos medidos após o esforço, foram respectivamente de 1,8 e 4,1 mmol.l^{-1} , apresentando como valor médio $2,94 \pm 0,61$ mmol.l^{-1} , convergindo para a ideia anteriormente apresentada.

2 - Parâmetros Hormonais

Tabela IV.2 Mínimos, máximos, médias e desvios padrão da concentração da testosterona salivar nos diferentes momentos (pg.ml^{-1}).

	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
Antes	83,37	142,19	119,19	18,81
15' Depois	76,93	190,58	129,97	31,06
1h 30m Depois	40,08	221,68	97,12	50,15
2h 30m Depois	58,49	147,66	90,63	27,73
Ao Levantar	110,69	241,36	161,30	41,31
24h Depois	46,19	152,63	108,44	31,96

Na tabela IV.4 é possível verificar as concentrações de testosterona em cada momento, realçando-se os valores da concentração desta hormona ao levantar por serem os mais elevados, com $161,30 \pm 41,31$ pg.ml^{-1} , seguindo-se o momento 15' depois com uma concentração de $129 \pm 31,06$ pg.ml^{-1} . A concentração mais baixa regista-se 2h e 30m depois com um valor de $90,63 \pm 27,73$ pg.ml^{-1} .

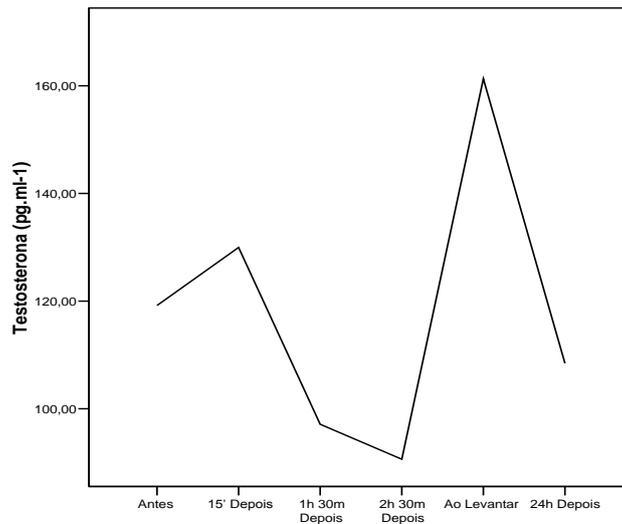


Gráfico IV.2 – Variação da Média de Concentração de Testosterona

A variação dos valores médios da testosterona, relativamente aos valores iniciais, têm um ligeiro aumento nos 15 minutos que se seguem à prova, concordando com Gallego (1992), Tyndall et al, (1996) e Bonifasi (1995), que nos mostra que na prática de exercício, a resposta aumentada da testosterona é inicial, descendo depois, até índices mínimos cerca de uma hora depois. O que não se verifica no nosso estudo, onde, através da análise dos valores do gráfico, podemos comprovar que concentração começa a diminuir 15 minutos após o término do teste até às 2 horas e meia depois, decréscimo que é estatisticamente significativo ($Z = -2,432$, $p = 0,015$).

Outro valor estatisticamente significante localiza-se ao levantar, com níveis bastante elevados, ($Z = -2,746$, $p = 0,006$) contrariando Gallego (1992), que diz que em exercícios aeróbios não existem aumentos significativos dos níveis de testosterona, e quando existem são justificados pelo decréscimo do volume plasmático. Os valores da concentração desta hormona, tornam a decrescer até às 24 horas seguintes à realização do teste.

Como comprovado na tabela, através da variação da concentração da testosterona, podemos classificar este exercício como tipicamente aeróbio, na medida que vai ao encontro com o mencionado por Gallego (1992) e Cumming, et al. e Vogel, citados em Powers & Howly (2001), que mostra que em esforços sub-máximos (aeróbios), os níveis de testosterona aumentam, de 10 para 37%.

Alguns estudos de acordo com Terjung, et al., citados em Powers & Howly (2001), contestam os aumentos de concentração de testosterona, na medida em que

esses aumentos se devem a uma redução do volume plasmático, ou a uma diminuição na velocidade de inativação e remoção de testosterona, o nosso estudo, devido a ser obtido através de saliva, não corre o risco destas variações se deverem às influências supra mencionadas, o que segundo Obminiski (1997) mostra maior fiabilidade neste fluido, em comparação com o plasma, na monitorização do comportamento desta hormona esteróide.

Tabela IV.3 Mínimos, máximos, médias e desvios padrão da concentração do cortisol salivar (pg.ml⁻¹) nos diferentes momentos

	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
Antes	260,00	6450,00	1698,33	1720,98
15' Depois	560,00	5200,00	1783,33	1438,82
1h 30m Depois	100,00	2010,00	879,16	597,67
2h 30m Depois	130,00	2000,00	531,66	519,61
Ao Levantar	610,00	9100,00	3715,00	2692,81
24h Depois	270,00	1820,00	874,17	544,70

Na tabela IV.2 é possível verificar as concentrações de cortisol em cada momento, realçando-se os valores da concentração desta hormona ao levantar por serem os mais elevados, com $3715,00 \pm 2692,81$ pg.ml⁻¹, seguindo-se o momento 15' depois da tarefa, com uma concentração de $1783,33 \pm 1438,82$ pg.ml⁻¹. A concentração mais baixa regista--se 2h e 30m depois do protocolo, com um valor de $531,66 \pm 519,61$ pg.ml⁻¹. Estes valores estão de acordo com Gallego (1992), que nos diz que a concentração de cortisol aumenta no início do exercício, começando a diminuir após o seu término.

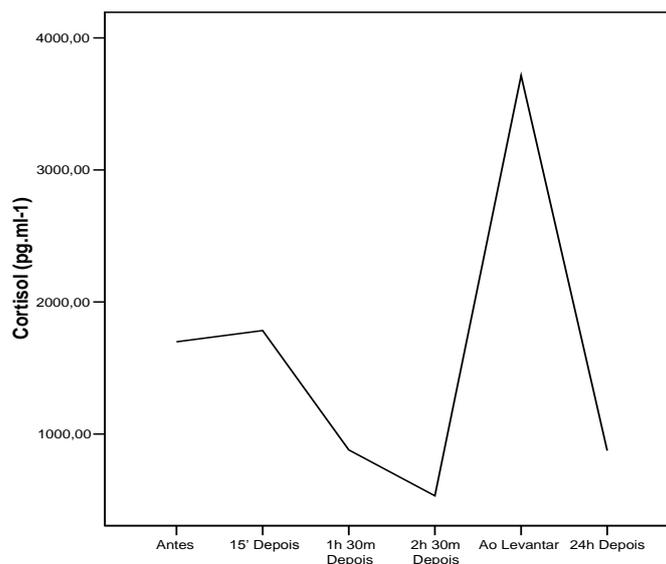


Gráfico IV.1 - Variação média da concentração de Cortisol

A representação gráfica da variação da concentração de cortisol, ilustra bem o comportamento deste parâmetro hormonal concordando no essencial com o que diz Davies et al., citado em Powers & Howley (2001). Segundo estes autores referindo que o exercício físico induz o seguinte comportamento do cortisol: aumenta inicialmente voltando aos seus valores de repouso mais tardiamente, prolongando o mecanismo de recuperação do desportista. No nosso caso, verifica-se um decréscimo estatisticamente significativo, ($Z = -2,040$, $p = 0,041$) nas duas horas e meia seguintes, tendo entretanto, um ligeiro acréscimo até aos 15 minutos seguintes à prova de nado contínuo de 20 minutos, como resposta imediata ao exercício. Estas aferições são comprovadas pelos os mesmos autores, dizendo que o comportamento do cortisol varia durante o exercício, sendo que, em exercícios de baixa intensidade, aumenta muito pouco.

Após o crescimento inicial, averigua-se uma queda nos valores da concentração de cortisol, a partir dos 15 minutos seguintes ao teste, o que contraria, de certa maneira, Davies et al., citado em Powers & Howley (2001), dizendo que em exercícios de baixa intensidade, o cortisol diminui após a 1ª hora, tendo no nosso estudo, esse abaixamento se verificado logo nos 15 minutos após o protocolo. Mas, o nosso teste está de acordo com este autor, quando constatamos, que a queda da concentração de cortisol ainda é mais acentuada, depois da hora e meia até às 2 horas e meia seguintes ao exercício, o que é visível no gráfico **IV-1**.

Nesta fase do pós-teste, constata-se um ponto de viragem, na medida que a concentração média de cortisol aumenta abruptamente durante a noite, estando bastante elevados ao levantar, o que está de acordo com a literatura, onde segundo Gallego (1992), nos mostra que no ciclo circadiano normal do cortisol, o pico de concentrações desta hormona seja, como no nosso teste, no dia seguinte, sensivelmente 1 hora antes de levantar. Este ciclo circadiano do cortisol também vem ao encontro dos valores por nós aferidos, na medida que 24 horas depois da prova, os valores médios regressam para próximo dos valores iniciais, notando-se ainda inferiores aos valores iniciais, contrariando o estudo realizado por Pagano et al (2005), com dez jogadores de futsal, que após um jogo de 60 minutos dividido por duas partes, em que a concentração dos níveis de cortisol, continuaram a aumentar 24 horas depois do exercício.

. Bonifasi, 2000 e Chatard et al, 2002, concluíram que a concentração de cortisol aumentava consoante a distância de nado acumulada o que é também comprovado no nosso teste, na medida que o cortisol só decresce depois do final do exercício. (15 minutos após o teste)

Tabela IV.2 Mínimos, máximos, médias e desvios padrão dos parâmetros hormonais controlados (concentração do rácio testosterona/cortisol nos diferentes momentos)

	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
Antes	0,02	0,50	0,15	0,13
15' Depois	0,03	0,26	0,11	0,07
1h 30m Depois	0,03	1,29	0,22	0,34
2h 30m Depois	0,07	0,61	0,28	0,19
Ao Levantar	0,02	0,28	0,08	0,08
24h Depois	0,07	0,31	0,17	0,09

Na tabela IV.5 é possível verificar as concentrações do rácio testosterona/cortisol em cada momento, realçando-se os valores da concentração desta hormona 2h e 30m depois por serem os mais elevados, com $0,28 \pm 0,19 \text{ pg.ml}^{-1}$, seguindo-se o momento 1h e 30m depois com uma concentração de $0,22 \pm 0,34 \text{ pg.ml}^{-1}$. A concentração mais baixa regista-se ao levantar com um valor de $0,08 \pm 0,08 \text{ pg.ml}^{-1}$.

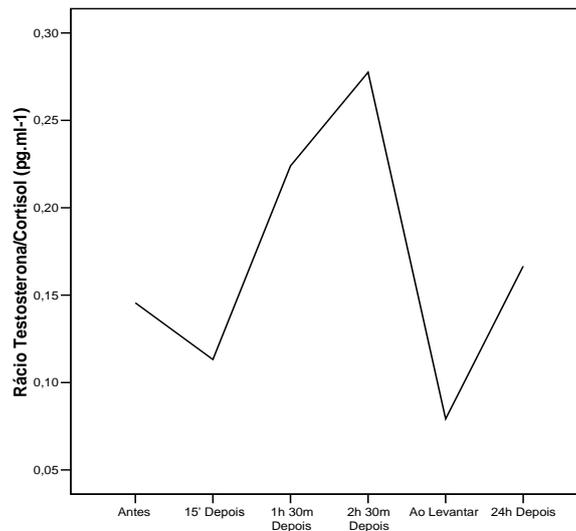


Gráfico IV.3 - Variação média do Rácio Testosterona/Cortisol

No gráfico IV-3 está representada a variação média do rácio testosterona/cortisol. Constatamos que o valor diminui nos 15 minutos seguintes ao teste o que concorda com Simões et al (2004). No entanto aumenta muito até duas horas e meia depois. Apesar da descida da testosterona mas mais acentuadamente do cortisol. Ao levantar verificamos um decréscimo significativo do valor do rácio. ($Z=-2,118, p=0,034$), voltando os valores a elevar-se para próximo dos valores de referência nas 24 horas posteriores à prova o que encontra fundamento em Calbet (1993) que depois de um período de treino combinado, não encontrou diferenças significativas no rácio testosterona/cortisol.

No período que medeia os 15 minutos após e na manhã seguinte, podemos concluir que, o aumento depois do treino e o decréscimo ao levantar, se devem aos valores individualizados, tanto da testosterona como do cortisol e a todos os factores que lhes estão associados nestes períodos. Podemos assim, avaliar o rácio T/C como um bom modo de monitorização, na medida que podemos avaliar o equilíbrio entre o anabolismo e o catabolismo, em função da análise do valor apresentado Urhausen et al (1995) e Fry et al (1997).

Os valores da concentração do rácio testosterona/cortisol, permite-nos prever que depois de um tipo de exercício aeróbio contínuo, os valores do rácio T/C decrescem, mas as capacidades dos indivíduos não se alteram substancialmente, na medida que, tanto o catabolismo como anabolismo experimentado pelo organismo dos atletas se complementam, não desenvolvendo uma fadiga excessiva nos indivíduos.

CAPITULO V

Conclusões e Sugestões

Após a realização deste nosso estudo acerca do comportamento do Cortisol e da Testosterona salivares por um período de 24 horas em resposta a um exercício de nado aeróbio contínuo (T20), serão apresentadas as conclusões deste trabalho, tendo em conta a apresentação dos resultados e a sua discussão, assim como algumas sugestões para o desenvolvimento de trabalhos futuros.

1 – Conclusões

O nado aeróbio contínuo de 20 minutos, teve um efeito muito semelhante para o comportamento das hormonas testosterona e cortisol, tendo atingido os valores máximos e mínimos, praticamente na mesma altura, sendo que, a configuração do gráfico que traduz a variação das concentrações destas hormonas é de uma forma superficial, basicamente da mesma tipologia.

Esta prova, suscitou um aumento os valores, sem que estes sejam significativos, tanto da testosterona como do cortisol, nos 15 minutos imediatamente a seguir ao referido teste. Este indicador mostra-nos que existe resposta imediata das duas hormonas ao exercício aeróbio.

Nas duas horas e meia seguintes, existe um decréscimo significativo para ambas as hormonas, comparados os valores desta fase, com os valores de referência iniciais.

Na manhã seguinte, os valores quer da testosterona quer do cortisol, encontram-se extremamente aumentados, atingindo valores estatisticamente significativos para a testosterona,

O cortisol não atinge valores significativamente superiores, mas comporta-se de acordo com a previsível evolução circadiana normal do cortisol, com o pico de concentração desta hormona, sensivelmente 1 hora antes de levantar.

Nas 24 horas seguintes ao exercício, vemos que para as duas hormonas os valores tendem a ficar normalizados, estabilizando em valores idênticos aos de referência.

Podemos então aferir a partir deste comportamento hormonal, relativamente ao exercício aeróbio, que este não exerce influência expressiva, quando respeitados os períodos de repouso, ou seja, pelo menos 12 horas sem exercício físico significativo.

Em relação ao rácio testosterona/cortisol, verifica-se uma diminuição nos 15 minutos seguintes ao teste, começando nesta fase a aumentar até às 2 horas e meia após. Devido ao decréscimo evidenciado durante a noite, assinala-se uma diminuição na manhã seguinte. Constatamos que o valor do rácio é ainda muito baixo, relativamente aos valores de referência iniciais. Este comportamento do rácio permite-nos supor que os atletas após a realização de uma tarefa aeróbia contínua ainda estejam algo cansados na manhã do dia seguinte.

24 Horas após o exercício aeróbio contínuo de nado, o valor do rácio aproxima-se dos valores de referência.

Partindo de um princípio, que o equilíbrio dos processos tanto anabólicos como catabólicos, poderão ser um preditor da capacidade do organismo à prática desportiva, podemos assim avaliar o rácio entre testosterona e cortisol como um bom modo de prevenção de fadiga.

Apesar do treino aeróbio contínuo ser de baixa intensidade, necessita da parte dos atletas, uma grande entrega e disponibilidade para o executar, como é comprovado pelos valores do rácio testosterona/cortisol.

2 – Sugestões

De modo a que este estudo, conjuntamente com os estudos evidenciados na revisão da literatura do nosso trabalho, seja útil, no sentido de encontrar respostas para alguns aspectos em trabalhos vindouros nesta área sugerimos a adopção de alguns procedimentos, que passamos a enumerar:

- Recolher amostras de saliva, aos mesmos indivíduos, no final de uma fase de recuperação, sem esforço físico, permitindo ao investigador, a comparação entre

níveis basais de cada atleta, ou seja, sem que tenha sido efectuado qualquer tipo de exercício, com os valores encontrados nos nosso trabalho.

- A realização deste estudo com uma amostra mais alargada, não só com elementos do sexo masculino, mas também com elementos femininos.
- Realizar os mesmos momentos de recolha, mas utilizando um grupo de controlo.
- Controlo da alimentação de cada atleta (aporte nutricional), assim como o uso de substâncias químicas, ainda que esta sugestão seja um pouco utópica, como fármacos, tabaco, álcool e drogas.
- Realizar o mesmo tipo de estudo em situação e competição, relacionando o rácio testosterona/cortisol com a performance.

CAPITULO VI

Bibliografia

- Alves, F. (2000). *O treino da resistência e as zonas de intensidade. Caderno técnico da Nataçãõ*, 8. Oeiras: Direcção Técnica da Federação Portuguesa da Nataçãõ
- Barata, T. (1997). *Actividade Física e Medicina Moderna*. Odivelas: Europress
- Bonifazi, M (1994) Influence of training on the response to exercise of adrenocorticotropin and growth hormone plasma concentrations in human swimmers. *European Journal Applied. Physiology* (1998) **78**: 394-397
- Bonifazi, M (1995) Influence of training on the response of androgen plasma concentrations to exercise in swimmers. *European Journal Applied Physiology* **70**: 109-114
- Bonifazi, M., Sardella, F., Concetta, L. (2000). Preparatory versus main competitions : differences in performances, lactate responses and pre-competition plasma cortisol concentrations in elite male swimmers. *European Journal Applied Physiology* **82** : 368-373
- Calbet, J, M. A Navarro, J.R. Barbany, J. Garcia Manso, M.R. Bonnin, J. Valero (1993) Salivary Steroid Changes and Physical Performance in Highly Trained Cyclists. *International Journal of Sports Medicine*. **14**: 111 – 117.
- Chatard, J. C., Atlaoui, D., Lac, G., Duclos, M., Hooper, S. E Mackinnon, L. (2002). Cortisol, DHEA, Performance an Training in Elite Swimmers. *International Journal of Sports Medicine*. **23**: 510 – 515.
- Chatard, J., M. Duclos (2004) Le suivi hormonal des sportifs.

- Costil, D., Kovaleski, J., Porter, D., Kirwan, J., Fielding, R., & King, D. (1985). Energy expenditure during front crawl swimming: predicting success in middle distance events. *International Journal of Sports Medicine*, 6(4), pp. 266 - 270
- Fox's (1996) *Human Physiology* (5ª Ed). Boston: Wm.C. Brown Publishers
- Fry, A. C. e Kraemer, J. (1997). Resistance Exercise Overtraining and Overreaching. *Sports Medicine*. **23** (2): 106 – 129.
- Gallego, Javier Jusalez (1992), *Fisiología de la Actividad Física y del Deporte*. (1ª Ed) Mcgraw-Hill-Interamericana de España.
- Gastin, P. (2001). Energy System Interaction and Relative Contribution During Maximal Exercise. *Sports Medicine*, 31, pp. 725 – 741.
- Guyton & Hall (1998), *Human Physiology and Mechanisms of Disease* (6ª Ed)
- Hoogeveen, A.R. e Zonderland, M.L. (1996). Relationships Between Testosterone, Cortisol and Performance in Professional Cyclists. *International Journal of Sports Medicine*. **17**: 423 – 428.
- Lac, D., Pantelidis, D. e Robert, A. (1997). Salivary cortisol response to a 30mn submaximal test adjusted to a constant heart rate. *J Sports Med Phys Fitness*. **37**: 56 – 60.
- Maglisho, E. (2003). *Swimming Fastest – The essential reference on technique, training, and program design*. Champaign: Human Kinetics.
- Navarro, F. (2001). *Planificación y Control del Entrenamiento en Natación*. Madrid: Gymnos
- Obminski, Z., Stupnicki, R., (1997). Comparison of the testosterone-to-cortisol ratio values obtained from hormonal assays in saliva and serum. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*. **37**: 50-55

- Olbrecht, J. (2000). *The Science of Winning – Planning, Periodizing and Optimizing Swim Training*. Belgium, Overijse: Swimshop Distributor

- Pagano, R., Tessitore A., Benvenuti C., Meeusen R., Capranica (2005). Physiological, hormonal, and match analysis aspects of futsal matches. *Medicine & Science in Sports and Exercise*. **37** (5 suplement: S86).

- Pereira, J.G. (1994). *Caracterização Fisiológica da Natação de Competição*. (s.l.)

- Powers, S. & Howley, E., (2001) *Exercise Physiology: Theory and Application to Fitness and Performance (4ª Ed)*. McGraw-Hill Companies, Inc.

- Simões, H., Marcon, F., Oliveira, F., Campbell, C., Baldisser, V., Rosa, L., (2004). Resposta da razão testosterona/cortisol durante o treinamento de corredores velocistas e fundistas. *Revista brasileira de Educação Física e Esporte*. **18**: 31-36.

- Sobral, F. e Silva, M. (1997). *Cineantropometria – Curso Básico*. Coimbra: FCDEF - UC

- Tyndall, G.L., Kobe, R. W. e Houmard, J. A. (1996). Cortisol, testosterone, and insulin action during intense swimming training in humans. *Eur J Appl Physiol*. **73**: 61 – 65.

- Urhausen A, Kindermann W (2002). Diagnosis of overtraining: what tools do we have? *Sports Medicine* **32**: 95-102

Anexos