

# 利用生化指標監測提高競技水平(二)

Elevação da capacidade atlética através da monitorização de índices bioquímicos (2)

Enhancing athletic level by monitoring biochemical indexes (2)

www.sport.gov.mo

瑪理基博士大馬路 澳門綜藝館第一座四字樓

Av. Dr. Barbosa Antunes, n.º 1

Figuer de Mazar, Edif. Complementar, Bloco 1, 4.º andar, Macau

電話 Tel: 50762 傳真 Fax: 543708

體育發展局  
Instituto do Desporto

## 利用生化指標監測提高競技水平(二)

在“利用生化指標監測提高競技水平(一)”之小冊子中，我們介紹了如何利用血乳酸這一生化指標來評定運動員的機能狀態，現在我們再來看一看常用作機能評定的其他生化指標：

### 1. 血紅蛋白：

血紅蛋白就是我們平常所說的血色素，它是紅細胞中的含鐵蛋白質，其主要功能是運輸氧和二氧化碳，人體在運動時，需要氧氣量相應增加，而血紅蛋白增加則有利於氧的供應。如果血紅蛋白下降，氧供應就減少而影響運動能力。所以血紅蛋白值會直接影響人體的生理機能，尤其是對於耐力項目的運動員，經常測定血紅蛋白值能了解運動員的生理機能狀況，防止運動性貧血的發生。

血紅蛋白正常值男性成人為12-15克%，女性為11-14克%。對於14歲以下者，無論男女，血紅蛋白低於12克%則為貧血，而成年男性值若低於12克%，女性低於10.5克%則為貧血。

經常在大運動量訓練開始時，血紅蛋白下降，這是由於紅細胞被破壞，其中血紅蛋白可用於再合成新生的紅細胞，並且運動可以加速這種再生。因此，加速紅細胞破壞使大運動量訓練早期的一種反應。經過一個階段訓練後，身體對運動訓練會逐漸適應，此時血紅蛋白回升，這就運動能力提高的表現。然而，在訓練的過程中，如果運動員未能適應運動量，便會產生過度訓練的症狀，此時，血紅蛋白值下降，甚至出現運動性貧血。所以要經常對運動員進行血紅蛋白檢測，當出現血紅蛋白持續下降時，就要及時調整訓練負荷及進行適當的營養補充。

### 2. 尿蛋白：

正常成人尿中蛋白質含量很少，其濃度約在0.2毫克左右，而運動會導致尿中的蛋白質含量增多，由運動引起蛋白質含量增多的尿稱為運動性蛋白尿。運動性蛋白尿在運動後能迅速自行恢復。故此，可用尿蛋白量來評定運動負荷的量和強度，亦可以用來評定人體在運動訓練之後的恢復情況。

在評定時，一般在運動後15-20分鐘內取尿測定尿蛋白量，若測得值越大表示運動負荷越大；尿蛋白基本能在4小時後或次日晨完全恢復，因此在運動訓練後次日清晨取尿。若給及恢復則表示運動負荷大，但運動員身體機能良好，能及時恢復；但若次日晨尿蛋白值仍高，則說明負荷過大，運動員

## 利用生化指標監測提高競技水平(二)

未能適應。初期，教練在對運動員加大強度進行訓練後，尿蛋白值會比平時高，如果次日晨再測尿蛋白已恢復到平時的水平，則說明運動員對加大強度的訓練能夠適應。一般在大運動量訓練的過程中，剛剛開始時運動員身體會不適應，尿蛋白量會比較多，但經過一個階段訓練後，運動性尿蛋白量又會減少，這是身體適應的表現。不過，如果尿蛋白不減少而持續上升，就要對訓練強度進行調整，否則容易使運動員出現過度疲勞而影響運動訓練的效果。

另外，由於尿蛋白的濃度差異較大，有些人運動後容易出現，數量較多，有些人則較少，這種差異與可能和遺傳有關。而對於同一個人，則表現出完成相近的運動負荷時，尿蛋白值則比較穩定。當訓練水平提高時，尿蛋白數量會減少，而身體機能不好時，尿蛋白在運動後又會突然升高。所以，應用尿蛋白這一指標時，一般只用於同一個體的身體比較，它是評定運動員身體機能對訓練負荷是否適應的良好指標。

### 3. 血酮體/皮質醇比值：

血酮體是促進合成代謝的激素，而皮質醇則是促進分解代謝的激素，因此測定血酮體/皮質醇比值，可以瞭解體內合成代謝與分解代謝的平衡狀態。是目前公認的評定和監測過度訓練、疲勞恢復狀況的敏感指標。血酮體值高，且血酮體/皮質醇比值保持在自身的基準上，是機能狀態好的表現，當運動員對運動訓練不適或機能狀態差時，其比值則下降，如果比值比平常值下降超過30%時，則提示運動員已出現過度疲勞，要及時調整訓練計劃。

澳門體育發展局

## Elevação da capacidade atlética através da monitorização de índices bioquímicos (2)

Com a introdução de indicadores bioquímicos, como foi referido no panfleto "monitorização de indicadores bioquímicos para melhorar o rendimento desportivo (1)", vamos poder observar outros indicadores bioquímicos mais comuns na avaliação funcional dos atletas.

### 1. Hemoglobina:

A hemoglobina é uma proteína rica em ferro pertencente aos eritrócitos. A sua função principal é o transporte de oxigénio e dióxido de carbono. A necessidade de oxigénio aumenta durante o exercício, por isso um aumento da hemoglobina beneficia a captação de oxigénio. Se os níveis de hemoglobina diminuem, a captação de oxigénio também será afectada, assim como a capacidade atlética. A concentração de hemoglobina influencia directamente o estado físico e funcional de um atleta, especialmente atletas de resistência. Medindo frequentemente a concentração de hemoglobina, podemos ter uma melhor noção do estado funcional de um atleta e prevenir anemias relacionadas com o desporto.

Os níveis normais de hemoglobina para homens e mulheres varia entre 12-15 g/dl e 11-14g/dl, respectivamente. Para atletas masculinos e femininos com menos de 14 anos, níveis de hemoglobina inferiores a 12g/dl normalmente indicam o estado de anemia. Homens e mulheres adultos com níveis de hemoglobina inferiores a 12 e 10.5g/dl, respectivamente, são considerados anémicos.

No início de um treino intenso, normalmente dá-se um decréscimo na concentração de hemoglobina devido à hemólise. A hemoglobina dos eritrócitos destruídos pode ser incorporada nos recém sintetizados eritrócitos, e o exercício pode acelerar este processo. A diminuição da concentração de hemoglobina é um efeito prematuro do treino intenso. Contudo, a concentração de

## Elevação da capacidade atlética através da monitorização de índices bioquímicos (2)

hemoglobina aumenta à medida que o corpo se habitua gradualmente ao treino, indicando assim uma melhoria na capacidade atlética. Caso um atleta não se adapte à intensidade do treino, podem surgir sintomas de cansaço acumulado. A hemoglobina diminui e pode surgir uma anemia nestes casos. Assim sendo, a concentração de hemoglobina deve ser medida frequentemente, e caso se registre, a sua diminuição continua da hemoglobina, as cargas e a intensidade dos treinos devem ser reajustadas e a dieta suplementada.

### 2. Proteína na urina:

A proteína é um composto que se encontra presente em pequenas quantidades na urina dos adultos saudáveis, mas o exercício pode elevar a quantidade de proteína presente na urina. Este fenómeno, de elevação dos níveis de proteína na urina, é conhecido como proteinúria. Contudo, após o exercício, a concentração de proteína na urina decresce rapidamente. Assim, a proteína presente na urina pode ser usada para avaliar a quantidade e intensidade da carga de um treino bem como a recuperação após o mesmo.

É normal a recolha de urina para medição da concentração de proteína, que é efectuada 15-20 minutos após o exercício. Uma concentração mais elevada de proteína na urina indica uma maior carga de treino. Normalmente a de proteína na urina regressa à normalidade cerca de 4 horas após o treino ou na manhã seguinte. Isto indica que, apesar de uma carga intensiva de treino, a capacidade física e funcional do atleta é boa e por isso recupera a tempo. Contudo, caso os níveis de proteína permaneçam elevados na urina, significa que o treino foi excessivamente intenso para o referido atleta. Por exemplo, a concentração de proteína na urina após um treino, será

## Elevação da capacidade atlética através da monitorização de índices bioquímicos (2)

mais elevada que o normal quando o treinador aumenta a carga num exercício de natação. Ao ser analisada a concentração de proteína na urina, desse mesmo atleta, no dia seguinte, e caso os níveis se encontrem normais, significa que o atleta tem capacidade para enfrentar um aumento da carga de treino.

Assim sendo, devido às naturais variações entre cada indivíduo, algumas pessoas podem possuir concentrações de proteína na urina mais baixas ou mais altas após o treino. Esta variação pode estar relacionada com factores genéticos. Quando o mesmo indivíduo completa sessões de treino semelhantes, a concentração de proteína na urina será semelhante após ambas as sessões. Quando a capacidade atlética desse mesmo atleta aumenta, as concentrações de proteína na urina diminuem, por outro lado, em atletas com menor capacidade, esses níveis aumentam. A concentração de proteína na urina, é apenas ponto de comparação com o mesmo indivíduo em diferentes momentos, e também um bom indicador da capacidade de adaptação de um atleta ao treino.

### 3. Testosterona e cortisol sanguíneo:

A testosterona é uma hormona anabólica, enquanto o cortisol é uma hormona catabólica. Determinando a relação entre a testosterona e o cortisol, podemos ter uma ideia mais clara sobre o equilíbrio anaeróbico-catabólico no nosso corpo. Até à data, a relação entre o cortisol e a testosterona reúne consenso no que toca na avaliação do cansaço acumulado e recuperação da fadiga. Níveis elevados na relação testosterona-cortisol, indicam normalmente um atleta em boas condições físicas, caso contrário, esses níveis serão baixos. Uma descida maior que 30% nos níveis desta relação, sugerem cansaço acumulado e alterações imediatas no plano de treino.

O Instituto do Desporto

## Enhancing athletic levels by monitoring biochemical indexes (2)

We have introduced the use of the biochemical index, blood lactic acid, to assess the functional status of athletes in the pamphlet "Enhance athletic level by monitoring biochemical indexes (1)". Now, let us look at other biochemical indexes that are commonly used in assessing the functional status of athletes.

### 1. Hemoglobin:

Hemoglobin is an iron-containing protein in the erythrocytes. Its main function is to transport oxygen and carbon dioxide. Oxygen need increases during exercise and an increase in hemoglobin benefits oxygen supply. If hemoglobin drops, oxygen supply will also be decreased. This in turn affects exercise capacity. Thus, hemoglobin concentration will directly influence the physical and functional status of the athletes, especially in endurance athletes. By frequently measuring hemoglobin concentration, one can understand the functional status of the athletes and can help to prevent sports anemia.

The normal hemoglobin range for men and women are 12-15 g/dL and 11-14 g/dL, respectively. For both male and female under the age of 14, hemoglobin level of less than 12 g/dL indicates anemia. Adult men and women with hemoglobin level of less than 12 and 10.5 g/dL, respectively, are considered anemic.

At the beginning of intensive training, there is usually a decrease in hemoglobin concentration due to hemolysis. Hemoglobin from the destroyed erythrocytes can be incorporated into the newly synthesized erythrocytes and exercise can accelerate this process. Decrease in hemoglobin concentration is an early effect seen during intensive training. However, hemoglobin concentration increases as the body gradually gets used to the training, indicating that exercise capacity is enhanced. But if the athletes do not adapt to the training intensity, over-trained

## Enhancing athletic levels by monitoring biochemical indexes (2)

symptoms may arise. Hemoglobin will decrease and sport anemia may even occur in this case. Therefore, hemoglobin needs to be measured frequently and if continual decrease in hemoglobin is observed, training load needs to be adjusted and proper nutrition supplements have to be considered.

### 2. Urine protein:

Protein is usually present in trace amount of about 2 mg/dL in the urine of healthy adults and exercise can elevate the amount of protein in the urine. Elevated urine protein caused by exercising is known as sports proteinuria. The increase in urine protein concentration can return to normal concentration rapidly after exercise. Therefore, urine protein can be used to assess the quantity and intensity of the training load as well as post training recovery.

In general, urine is collected 15-20 minutes post exercise and urine protein concentration is measured. A higher urine protein concentration reflects a higher training load. Basically, urine protein concentration returns to normal concentration 4 hours post exercise or by the following morning. This indicates that though the training load is high, the athlete's physical and functional status is good and the athletes can recover in time. However, if the urine protein remains elevated the next day, it means that the training load is heavy and the athlete is not used to such a high training load. For instance, the post exercise urine protein concentration will be higher than usual when the coach increases the swimming training load. If the elevated urine protein returns to normal the next morning, it means that the athlete can handle the increased training load. Generally speaking, athletes usually cannot accommodate an intense training in the beginning, and the urine protein concentration will be high. But after certain training, urine protein will

## Enhancing athletic levels by monitoring biochemical indexes (2)

decrease, suggesting that the body is getting used to the training load. However, if urine protein does not decrease but instead continue to rise, then the training intensity needs to be adjusted accordingly, otherwise, athletes will get over-fatigue easily and will affect the training outcome.

In addition, due to large variation among individuals, some people may have higher, while other people may have lower, urine protein concentrations after training. This individual variation may be related to genetic factors. When the same individual completes two similar sets of training, the urine protein concentrations will be very similar. And when the athletic level of the athlete improves, urine protein concentration decreases. Whereas post-exercise urine protein concentration increases as the physical and functional status of the athlete is poor. Urine protein concentration is only used as a comparison in the same individuals. It is a good indicator of athletes' adaptation to the training load.

**3. Blood testosterone and cortisol ratio:** Blood testosterone is an anabolic hormone, whereas cortisol is a catabolic hormone. The determination of testosterone-to-cortisol ratio can, therefore, help us understand more about the anaerobic-catabolic balance in our body. To date, testosterone-to-cortisol ratio is well-accepted as the most sensitive parameter in assessing and monitoring over-training and fatigue-recovery status. High levels of blood testosterone and elevated testosterone-to-cortisol ratio indicate good physical and functional status of the athletes. When athletes are not used to the mode of training or when their functional status is poor, the testosterone-to-cortisol ratio will decrease. A more than 30% decrease in the ratio suggests over-training and adjustment of the training plan need to be made promptly.

Macao Sports Development Board