

### Paraules clau

tennis, metabolisme, consum d'oxigen, concentració de lactat en sang, freqüència cardíaca, anabolisme, testosterona, catabolisme, cortisol, oxidació, intensitat, ajudes ergogèniques

# Anàlisi de les requestes metabòliques del tennis

**Josep Comellas**

Llicenciat en Ciències de l'Activitat Física i l'Esport

**Pablo López de Viñaspre**

Llicenciat en Ciències de l'Activitat Física i l'Esport.

Màster en Fisiologia de l'Exercici (USA)

### Abstract

*The determination of energetic metabolism used during a tennis match, will help us to orientate the physical preparation of the tennis player.*

*Numerous articles exist on this theme. One of the conclusions of some authors is that tennis has a metabolic profile typical in a sport of long duration and low intensity. This statement does not take into account many aspects that can influence the erroneous interpretation of the analysed variables.*

*The conclusion that we reach is that tennis is especially demanding with alactic anaerobic metabolism (ATP-PCr) and aerobic metabolism and to a lesser degree lactic anaerobic metabolism. We should avoid the belief that tennis is a sport of low intensity and long duration. Tennis is a very intense sport. The values of oxygen consumption throughout a match are about 65% of  $VO_{2max}$  (non.published study with K4bxb, Cosmed). To this work intensity, the principal sources of energy are muscular glucogen (partly oxidised and partly used anaerobically) and intramuscular triglyceroids (oxidised) and some energetic reuse of lactate. In long matches, there is the possibility that the reserves of glucogen dry up. So it is interesting to take relevant nutritional measures.*

### Key words

*tennis, metabolism, oxygen consumption, lactate concentration in the blood, heart rate anabolism, testosterone, catabolism, cortisol, oxidation, intensity, ergogenic help*

### Resum

La determinació del metabolisme energètic utilitzat durant un partit de tennis, ens servirà per orientar la preparació física del tennista.

Existeixen nombrosos articles que fan referència a aquest aspecte. Una de les conclusions d'alguns autors és que el tennis té un perfil metabòlic típic d'un esport de llarga durada i baixa intensitat. Aquesta afirmació no té en compte molts aspectes que poden influir en la interpretació errònia de les variables analitzades.

La conclusió a què arribem nosaltres és que, el tennis és especialment exigent amb el metabolisme anaeròbic alàctic (ATP-PCr) i amb el metabolisme aeròbic. En menor mesura el metabolisme anaeròbic làctic. Hem de fugir de la creença que el tennis és un esport de baixa intensitat i llarga durada. El tennis és un esport molt intens.

Els valors de consum d'oxigen al llarg d'un partit se situen prop del 65 % del  $VO_{2max}$ . (estudio no publicat realitzat amb K4bxb, Cosmed). A aquesta intensitat de treball, les fonts energètiques principals són el glicogen muscular (en part oxidat i parcialment utilitzat de manera anaeròbica) i els triglicèrids intramusculars (oxidats), i una mica la reutilització energètica del lactat. En partits llargs, existeix la possibilitat que els dipòsits de glicogen es buidin. Per tant, és interessant prendre mesures nutricionals pertinents.

## Introducció

Aquest article té com a objectiu analitzar les requestes metabòliques al llarg d'un partit de tennis i ajudar per tant, a l'orientació de la preparació física.

Per les seves característiques el tennis és un esport molt peculiar. El tipus d'esforç realitzat a priori sembla de molt llarga durada, a més a més en una sola setmana es poden jugar fins a cinc partits. És un esport on constantment el jugador ha de respondre a una situació d'emergència: tornar la pilota copejada per l'adversari. El jugador ha d'estar preparat per a qualsevol d'aquestes situacions. El joc en si, implica temps de joc a gran intensitat i també implica temps de pausa i, per tant, de recuperació. El tipus de desplaçaments és curt, ràpid i freqüent, amb canvis d'orientació i sentit.

## Requestes metabòliques

La bibliografia disponible relacionada amb les requestes fisiològiques del tennis ens dona disparitat d'opinions.

Els diversos autors, recorren a diferents mesures per valorar el tipus d'esforç d'aquest esport. Els paràmetres utilitzats són: freqüència cardíaca, concentració de lactat en sang, temps de joc i temps de pausa i, finalment, els valors de consum d'oxigen durant el joc.

Segons J.A. Aparicio (1998), hi ha tres capacitats primordials: la resistència, la velocitat i la força. L'agilitat i la coordinació seran dues qualitats importants per complementar les anteriors.

En unes estadístiques publicades el 1998 per l'ATP, basades en un estudi realitzat entre els 150 classificats del rànquing de l'ATP, de partits jugats sobre terra batuda, i que ens mostra J. A. Aparicio en el seu llibre, els valors dels diferents paràmetres poden veure's al quadre 1.

L'anàlisi d'aquestes dades, ens permet de conèixer amb força aproximació quina mena d'esforç físic realitzen els jugadors durant un partit. No obstant això, en aquesta anàlisi no es diferencia entre tipus de superfície ni entre sexes. Per això, abans d'arribar a conclusions vegem altres valors que ens aporten d'altres autors.

Quadre 1.

Durada mitjana d'un punt	6-10 seg.
Durada mitjana d'un punt pista ràpida	4,3 seg.
Temps real de joc	22% del total
Mitjana de punts per joc	6,2
Mitjana de punts per set	62
Mitjana de punts d'un partit de 5 sets	310
Distància mitjana recorreguda per cop (amb servei)	3 metres.
Distància mitjana recorreguda per cop (sense servei)	3,8 metres.
Distància mitjana recorreguda per punt	8-12 metres.
Distància mitjana recorreguda en un set	850 metres.
Distància mitjana recorreguda en un partit (5 sets)	4.250 metres.
El 40% d'aquesta distància es fa caminant	
El 47% dels desplaçaments són cap endavant	
El 48% són laterals	
El 5% cap enrere	
Consum mitjà d'energia en un partit (5 sets)	4.500- 5.000 kj.
Consum mitjà d'oxigen	12,2% (aeròbic).
Mitjana de la freqüència cardíaca en partit homes	143 ppm.
Mitjana de la freqüència cardíaca en partit dones	153 ppm.

Continuant en la valoració dels temps reals de joc, hi ha un estudi molt complet realitzat per P. Talbot (1990), en què ens mostra els temps reals de joc sobre diverses superfícies i la diferència entre homes i dones:

### Homes:

- Terra batuda: superfície tipus Roland-Garros, és una superfície lenta, el temps real de joc va de 9 a 28 minuts per hora de joc. La mitjana és de 13 minuts, 21,5%. Aquest tipus de superfície és el que s'utilitza en el 10-15% dels grans torneigs del circuit.
- Superfície sintètica: tipus Flushing Meadows. És una superfície ràpida. El temps real de joc va de 5'45" fins a 13'15" per hora de joc i la mitjana és de 8'30", o sigui el 13,8%. Aquesta mena de superfície és la que s'utilitza en el 80% dels grans torneigs del circuit.
- Herba: pràcticament només s'hi juga a Wimbledon. És una superfície molt ràpida. El temps real de joc va de 4'26" a 10'45" per hora de joc. La mitjana és de 7 minuts cosa que correspon a l'11,7%.

### Dones:

- Terra batuda: el temps real de joc va d'11 a 30 minuts per hora de partit. 33 %.
- Superfície sintètica: TRJ de 8' a 20' per hora de partit. 25%.
- Herba: TRJ de 7'30" a 15' per hora de joc. 18 %.

El tipus de superfície influeix més en el temps real de joc en els homes que no pas en les dones. Un aspecte interessant a considerar, és el que ens comenta l'autor d'aquest article. Fa referència al fet que dintre d'aquests valors, cada jugador té un temps ideal de joc, segons les seves característiques fisiològiques individuals. I per tant, quan un jugador es veu forçat, per les característiques del seu adversari, a jugar per períodes de temps no ideals per a la seva aptitud fisiològica, disminuiran les possibilitats de vèncer el seu adversari.

Segons aquest article, els esforços màxims són molt estranys en el tennis i, si de cas n'hi ha, són d'una durada molt curta. En el cas de trobar-nos davant un tipus de joc d'alta intensitat amb cops forts, la durada dels punts tindrà tendència a disminuir, és normal en aquest cas que el punt

duri tan sol cinc cops com a màxim. Al contrari, si la intensitat del joc disminueix i parlem d'un joc més de fons, la durada del punt serà més llarga, de 10 a 20 cops o també més.

En el primer cas, el metabolisme més rellevant seria l'anaeròbic làctic. En el segon cas, el metabolisme energètic predominant serà l'anaeròbic làctic i l'anaeròbic làctic.

En aquest sentit, hi ha autors que ens proporcionen valors de percentatge d'utilització d'un sistema o de l'altre. Segons Bruce Elliot i Rob Kilderry (1983), el tennis és una activitat intermitent, on el metabolisme aeròbic representa el 20 % i el metabolisme anaeròbic serà el responsable de subministrar el 80 % de l'energia utilitzada. Aquesta opinió ens sembla errònia perquè no es correlaciona amb els valors de temps real de joc. En la nostra opinió, durant el temps de joc existeix una clara predominança del metabolisme anaeròbic làctic, a causa de la intensitat del joc. En el temps de pausa, que com hem vist és molt superior al de joc, el metabolisme serà l'aeròbic i, per tant, una bona capacitat aeròbica serà important per a una millor recuperació en aquests períodes.

En contra de l'opinió d'Elliot i Kilderry, Carlo Rossi (1990), veu en el tennis un esport amb una clara tendència anaeròbica làctica, en el qual el sistema aeròbic només es veurà implicat en les fases de recuperació.

Aquesta opinió ens sembla més encertada i s'ajusta més a la nostra forma d'entendre aquest esport. En aquest mateix sentit existeix un altre estudi: Seliger *et al.* (1973) citat per J.L. Groppe i E.P. Roeter (1992), afirma que "el metabolisme energètic és 88 % aeròbic i 12 % anaeròbic. Els valors de freqüència cardíaca són els típics d'un esforç submàxim". Estem d'acord amb les conclusions d'aquests dos estudis i no creiem que el tennis hagi de veure's com un esport de llarga durada i intensitat moderada. Està clar que el tennis és un esport molt intens. Els valors de freqüència cardíaca poden no ser un bon indicador del que està passant a causa

de la curta durada dels punts. Els valors de lactat en sang que apareixen en la bibliografia poden dur-nos també confusions. D'aquest aspecte, en parlarem més endavant. Vegem primer per què la freqüència cardíaca pot no ser un bon indicador de la intensitat en el tennis.

En la bibliografia trobem sovint valors diferents de participació d'un sistema energètic o de l'altre. En alguns casos l'explicació n'és el poc rigor dels estudis. La valoració de la freqüència cardíaca durant el joc s'utilitza pensant en una relació lineal entre FC i consum d'oxigen. Encara que això és cert en exercicis de caràcter continu submàxim, pot no ser vàlid per a exercicis de caràcter intermitent, on la FC acostuma a estar per damunt de la relació FC-VO<sub>2</sub>. Això és degut a un augment dels nivells de catecolamines i a una acumulació de bioproductes metabòlics com el CO<sub>2</sub> (Ballor i Bolovsek, 1992; Bangsbo, 1994; citat per Christmass *et al.*, 1998).

Un altre estudi que pren en consideració gran varietat de paràmetres fisiològics per determinar el tipus d'esforç al llarg d'un partit és Bergeron *et al.* (1991), que conclou, com molts altres estudis, que malgrat els períodes d'alta intensitat, la resposta metabòlica global és la típica d'un exercici prolongat i de baixa intensitat. Encara que la resposta metabòlica global sigui d'aquestes característiques, a l'hora de planificar la preparació física del tennista, no podem oblidar que són els moments d'alta intensitat els que defineixen el desenllaç del partit i, doncs, serà d'importància vital la capacitat de realitzar esforços intensos de forma repetida.

Aquests autors van observar que els valors de glucosa durant un partit es mantenen constants amb una lleugera tendència a disminuir. Tot al contrari que en un esforç màxim, on els valors augmenten progressivament a causa del catabolisme induït per les catecolamines. Aquest perfil de tendència a la disminució de la glucosa en sang, s'observa també en esforços de llarga durada i baixa intensitat. Possiblement, la producció de glucosa hepàtica mitjançant gluconeogè-

nesi i glucogenòlisi, no pot satisfer l'increment de la glucosa utilitzada per la musculatura. És per això que en aquest esport és molt rellevant la dieta pre i per competició.

Els valors de lactat que van observar en aquest estudi són estables. El caràcter intermitent del tennis i la llarga durada de les pauses, permet aclarir el lactat que es pugui produir en els moments més intensos. La combinació d'exercici moderat amb intervals de descans proporciona les condicions necessàries perquè predomini el metabolisme oxidatiu sobre l'anaeròbic. El lactat pot ser oxidat localment o transportat a les fibres d'altres regions musculars que el puguin metabolitzar i, finalment, aquell que no pot ser utilitzat a les fibres és transportat, a través de la sang fins al fetge, per ser-hi metabolitzat. Aquest mecanisme pot dur-nos a conclusions errònies si analitzem les quantitats de lactat al final d'un joc o d'un partit. El mesurament esmentat pot no reflectir la realitat per dues raons: 1) s'han donat nombroses oportunitats a les pauses per aclarir el lactat; 2) aquest mesurament pot no reflectir el que s'esdevé a nivell localitzat d'algunes fibres de contracció ràpida i amb poca resistència a la fatiga.

Per determinar el catabolisme durant un partit, a l'estudi esmentat es va valorar la presència d'hormones catabòliques i anabòliques en sang. La ràtio cortisol-testosterona, ens dona una idea del grau de catabolisme o anabolisme en què es troba l'organisme. En exercicis d'intensitat superior al 60-70 % del VO<sub>2max</sub>, hi ha una tendència a augmentar les concentracions en sang de cortisol. Per sota d'aquestes intensitats, hi ha una tendència a la disminució del cortisol. En un partit de tennis, la tendència és la disminució del cortisol. I això, dona suport al fet que la intensitat de l'esforç, valorada de forma global, és moderada. D'altra banda, en esforços moderats o intensos, hi ha un augment de la testosterona en sang. Això produeix un augment progressiu de la ràtio testosterona-cortisol, que suggereix un predomini de l'activitat anabòlica sobre la catabòlica.

## Conclusions

Basant-nos en els estudis que es troben a la bibliografia i en la nostra experiència, els requeriments metabòlics del tennis són l'anaeròbic alàctic (ATP-PCr) i el metabolisme aeròbic. En menor mesura, el metabolisme anaeròbic làctic. Hem de fugir de la creença que el tennis és un esport de baixa intensitat i llarga durada. El tennis és un esport molt intens.

La comprensió d'aquests aspectes serà fonamental en l'orientació de la preparació física i també pot ser d'interès per determinar les possibles ajudes ergogèniques a utilitzar.

La utilització del metabolisme anaeròbic làctic quedarà en segon lloc. Així i tot, perquè es compleixi l'afirmació anterior, els valors de consum d'oxigen en tennisistes d'elit haurien de situar-se prop de 55 ml//min per a dones i 60 ml//min per a homes. A més a més, el llindar anaeròbic serà un paràmetre molt rellevant. Caldrà que sigui com més alt millor. Així dismi-

nuïrem la possibilitat que s'utilitzi el metabolisme anaeròbic làctic i, per tant, que es donin situacions de partit amb presència de fatiga. Per això aquest aspecte serà un dels que caldrà incloure en els objectius, quan realitzem la programació de l'entrenament.

La quantitat de lactat en sang durant un partit és molt baixa; no obstant això, cal prendre en consideració la possibilitat que algunes fibres FT suportin quantitats molt elevades de lactat. Per tant, sí que és possible que entrenar la tolerància al lactat d'aquestes fibres específiques sigui important.

Una base de resistència aeròbica pot ser molt important per afavorir la recuperació entre punts i resistir els entrenaments o els torneigs amb molts partits per setmana.

## Bibliografia

Bergeron, M. F.; Maresh, C. M.; Draemer, W. J.; Abraham, A.; Conry, B. i Gabaree, C.:

"Tennis: a physiological profile during match play." *Int. J. Sports Med*, 12 (1991), pàg. 474-479.

Castellani, A.; D'Aprile, A. i Tamorri, E.: *Tennis Training*.

Christmass, M. A.; Richmond, S. E.; Cable, N. T.; Arthur, P. G. i Hartmann, P.E.: "Exercise intensity and metabolic response in singles tennis", *Journal of Sports Sciences*, 15 (1998), pàg. 739-747.

Elliot, B. i Kilderry, R.: "Training for tennis", *The art and science of tennis*, 1983, Saunders College Publishing.

Groppel, J. L. i Paul Roeter, E.: *Applied Physiology of Tennis*.

Grosser, Brüggemann, Zintl: *Alto Rendimiento Deportivo*, Ed. Martínez Roca.

Powers, S. K. i Walker, R.: "Physiological and anatomical characteristics of outstanding female junior tennis players", *Research Quarterly for exercise and sport*, 1982, Vol. 53 (2), pàg. 172-175

Rossi, C.: *Tennis senza racchetta*, 1990, Ediermes.

Società Stampa Sportiva-Roma, 1992.

*Sports Medicine*, 14 (4) (1992), pàg. 260-268.

Talbot, P.: "Filières énergétiques et temps réels de jeu", *JN: E.P.S.* 226 nov./des., 1990, pàg. 24-26.