

UNIVERSITAT DE BARCELONA
INSTITUT NACIONAL D'EDUCACIÓ FÍSICA DE CATALUNYA

VALORACIÓ FUNCIONAL ESPECÍFICA
EN L'ESGRIMA

TESI DOCTORAL

Xavier Iglesias i Reig

BARCELONA

1997

1. SUMARI

SUMARI (Català)

Es realitza una anàlisi de les demandes fisiològiques de l'esgrima en competició i del perfil funcional dels esgrimidors de diferents nivells. Un primer estudi es centra en la resposta funcional en entrenament i competició (n=55). Es caracteritza la FC, la lactatèmia, el consum d'oxigen, la despesa energètica i la durada dels assalts en competicions oficials i entrenament. La força explosiva de les extremitats inferiors és avaluada en laboratori (n=215) per la dificultat que comporta la seva anàlisi sobre la pista. Finalment es realitza la valoració funcional dels integrants de la selecció espanyola d'esgrima (n=28) per determinar un perfil funcional de l'esgrimidor d'alt nivell. De l'anàlisi en competició es destaca la variabilitat de la resposta funcional dels esgrimidors atesa la influència de factors com l'adaptació cardiocirculatòria individual, importància de la competició, eliminatòria registrada, nivell del rival, dinàmica competitiva, arma i gènere. Es comprova que, en els assalts, el 41 % (de=34%) del temps es registren freqüències cardíques per sobre del llindar anaeròbic, el 39 % (de=26 %) entre els dos llindars i el 20 % (de=18 %) per sota del llindar aeròbic. Els valors de lactatèmia en competició oficial ($\bar{X}=3,7 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$; de=1,1) confirmen la feble activació de la glucolisi làctica. Els assalts representen tan sols un 18 % del temps total de competició. S'utilitza un mètode de càlcul indirecte del $\dot{V}O_2$ en funció de la relació individual FC- $\dot{V}O_2$. En assalts de competició, el consum d'oxigen estimat en dones ($\bar{X}=39,6 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$) és inferior al dels homes ($\bar{X}=53,9 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$). La intensitat individual mitjana es troba entre el 56 % i el 74 % del $\dot{V}O_{2\text{max}}$, amb màxims entre el 75 % i el 99 % del $\dot{V}O_{2\text{max}}$, el que confirma la rellevància dels requeriments aeròbics en l'esgrima. El consum d'oxigen en la competició internacional és superior al registrat en una competició autonòmica i al de diferents

situacions d'entrenament. Entre tiradors del mateix sexe no es detecten diferències significatives en funció de l'arma. Amb l'ajut d'un analitzador telemètric de gasos espirats es valida el mètode d'estimació, detectant-se una sobreestimació del consum d'oxigen que disminueix en millorar l'especificitat de la relació FC- $\dot{V}O_2$. La potència energètica presenta valors superiors en competició internacional ($\bar{X}=15,4 \text{ kcal}\cdot\text{min}^{-1}$) als de proves autonòmiques ($\bar{X}=12,3 \text{ kcal}\cdot\text{min}^{-1}$) i als d'entrenament ($\bar{X}=7,4$ a $9,8 \text{ kcal}\cdot\text{min}^{-1}$). En la valoració de les extremitats inferiors en el laboratori s'observen valors superiors de 2,1 cm de mitjana en el CMJ ($\bar{X}=33,2 \text{ cm}$) sobre el SJ ($\bar{X}=31,1 \text{ cm}$). En els protocols específics, dissenyats en l'estudi, també s'obtenen valors superiors amb la intervenció del component elàstic de la musculatura. La força explosiva augmenta amb l'edat dels 6 als 18 anys, des d'on s'estabilitza. En la comparació per sexes i categories, exceptuant la categoria "M-12", la mostra masculina té valors significativament superiors en tots els tests. Els sabristes presenten millors valors en els protocols on intervé el component elàstic de la musculatura. Els bons nivells de força de les extremitats inferiors confirmen la importància dels recursos anaeròbics alàctics, essent, aquest factor, determinant per al rendiment, però no discriminant per si sol entre subjectes del mateix nivell esgrímístic. De l'anàlisi antropomètrica de la selecció espanyola destaca el somatotipus ectomesomòrfic ($\bar{S}=2,3-4,5-2,9$) de l'equip masculí i la marcada asimetria dels perímetres musculars de les extremitats ($p<0,001$), condicionada pel treball unilateral amb l'arma i la hipertrofia de la cuixa anterior per l'efecte de les contraccions excèntriques en la frenada del fons. En el $\dot{V}O_{2\text{max}}$ en laboratori l'equip espanyol masculí també presenta valors superiors ($\bar{X}=56,5 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$) al femení ($\bar{X}=46,3 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$). La força explosiva del homes de la selecció espanyola en el SJ ($\bar{X}=38,3 \text{ cm}$; $de=3,9$) i en el CMJ ($\bar{X}=43,1 \text{ cm}$; $de=6$) és similar a la de l'equip nacional italià d'esgrima i congruent a la descrita en esports d'equip.

SUMARIO (Español)

Se realiza un análisis de las demandas fisiológicas de la esgrima de competición y del perfil funcional de esgrimistas de distintos niveles. Un primer estudio se centra en la respuesta funcional en entrenamiento y competición (n=55). Se caracteriza la FC, la lactacidemia, el consumo de oxígeno, el gasto energético y la duración de los asaltos en competiciones y entrenamiento. La fuerza explosiva de extremidades inferiores es evaluada en laboratorio (n=215) por la dificultad de su análisis sobre la pista. Finalmente se realiza la valoración funcional de la selección española de esgrima (n=28) para determinar un perfil funcional del esgrimista de élite. Del análisis en competición destaca la variabilidad de la respuesta funcional de los esgrimistas por la influencia de factores como la adaptación cardiocirculatoria individual, importancia de la competición, eliminatoria registrada, nivel del rival, dinámica competitiva, arma y género. Se comprueba que, en asaltos, el 41 % (de=34%) del tiempo se registra una FC por encima del umbral anaeróbico, el 39 % (de=26 %) entre los dos umbrales y el 20 % (de=18 %) bajo el umbral aeróbico. Los valores de lactacidemia en competición ($\bar{X}=3,7$ mmol·L⁻¹; de=1,1) confirman la débil activación de la glucólisis láctica. Los asaltos representan solo un 18 % del tiempo total de competición. Se utiliza un método de cálculo indirecto del $\dot{V}O_2$ en función de la relación individual FC- $\dot{V}O_2$. En asaltos de competición, el consumo de oxígeno estimado en mujeres ($\bar{X}=39,6$ mL·kg⁻¹·min⁻¹) es inferior al de los hombres ($\bar{X}=53,9$ mL·kg⁻¹·min⁻¹). La intensidad individual media está entre el 56 % y el 74 % del $\dot{V}O_{2max}$, con máximos entre el 75 % y el 99 % del $\dot{V}O_{2max}$, que confirman la importancia de los requerimientos aeróbicos en la esgrima. El consumo de oxígeno en competición internacional es superior al registrado en competición autonómica y en diferentes situaciones de entrenamiento. Entre tiradores del mismo sexo no se detectan diferencias significativas en función del arma. Con la ayuda de un analizador

telemétrico de gases espirados se valida el método de estimación, detectándose una sobreestimación del $\dot{V}O_2$ que disminuye en mejorar la especificidad de la relación FC- $\dot{V}O_2$. La potencia energética presenta valores superiores en competición internacional ($\bar{X}=15,4 \text{ kcal}\cdot\text{min}^{-1}$) a los de pruebas autonómicas ($\bar{X}=12,3 \text{ kcal}\cdot\text{min}^{-1}$) y a los de entrenamiento ($\bar{X}=7,4$ a $9,8 \text{ kcal}\cdot\text{min}^{-1}$). En la valoración de las extremidades inferiores en el laboratorio se observan valores superiores de 2,1 cm de media en el CMJ ($\bar{X}=33,2 \text{ cm}$) sobre el SJ ($\bar{X}=31,1 \text{ cm}$). En los protocolos específicos, diseñados en el estudio, también son superiores los resultados con intervención del componente elástico de la musculatura. La fuerza explosiva aumenta con la edad de los 6 a los 18 años, donde se estabiliza. En la comparación per sexos y categorías, exceptuando la categoría "M-12, la muestra masculina es significativamente superior en todos los tests. Los sablistas presentan mejores valores en protocolos donde interviene el componente elástico de la musculatura. Los buenos niveles de fuerza en extremidades inferiores confirman la importancia de los recursos anaeróbicos alácticos, siendo este factor, determinante para el rendimiento, pero no discriminante por sí solo entre sujetos del mismo nivel esgrimístico. Del estudio antropométrico de la selección española destaca el somatotipo ectomesomórfico ($\bar{S}=2,3-4,5-2,9$) del equipo masculino y la marcada asimetría de los perímetros musculares de las extremidades ($p<0,001$), condicionada por el trabajo unilateral con el arma y la hipertrofia del muslo anterior por efecto de las contracciones excéntricas en la frenada del fondo. El $\dot{V}O_{2\text{max}}$ en laboratorio el equipo nacional español masculino presenta valores superiores ($\bar{X}=56,5 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$) al femenino ($\bar{X}=46,3 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$). La fuerza explosiva de los hombres de la selección española en el SJ ($\bar{X}=38,3 \text{ cm}$; $de=3,9$) y en el CMJ ($\bar{X}=43,1 \text{ cm}$; $de=6$) es similar a la del equipo nacional italiano de esgrima y congruente a la descrita en deportes de equipo.

SUMMARY (English)

Here we present a multidimensional analysis of the physiological demands of competitive fencing, and a physiological profile of competitors of various levels. The first study was focused on the physiological response during training and competition (n=55). We characterized HR, blood lactate, oxygen uptake, energy expenditure, and exercise duration during competition and training. Explosive strength of the knee extensors was also measured in the laboratory (n=215) because of the difficulties at field studies. Finally, we carried out systematic physiological testing of the Spanish National fencing team (n=28) in order to establish a physiological profile of elite fencers. From the analysis during competition we emphasize the variability of the physiological response, due to different factors such as the individual cardiocirculatory adaptation, the relevance of the competition, the round studied, the opponent's level, the competitive dynamics, the weapons, and the competitors' gender. It was found that during different competitive assaults, 41% (sd=34%) of the time the competitors' heart rates were above that HR corresponding to the anaerobic threshold, 39% (sd=26%) of the time HR were between the two thresholds, and 20% (sd=18%) of the time HR were under the aerobic threshold. Low blood lactate concentration levels during competition ($\bar{X}=3.7$ mmol·L⁻¹; sd=1.1) indicate a weak activation of the overall glycolytic metabolism. Assaults represent alone 18% of total competition time. A method of $\dot{V}O_2$ estimation during the exercise based on the individual HR- $\dot{V}O_2$ relationship was used. In competitive assaults, the estimated oxygen uptake averaged 39.6 mL·kg⁻¹·min⁻¹ for female fencers, a lower value as compared with men ($\bar{X}=53.9$ mL·kg⁻¹·min⁻¹). Average intensity was found to be between 56% and 74% of $\dot{V}O_{2max}$, with maximal values in between 75% and 99% of $\dot{V}O_{2max}$. These results confirm the intensity of the aerobic demands in fencing. Average oxygen consumption measured during an international competition was found to be larger as compared to that registered during a regional tournament, as well as in several training situations. No significant differences were found in relation

to the weapon used among fencers of the same gender. A telemetric gas analyzer was used to validate the method of $\dot{V}O_2$ estimation. Our results showed an overestimation of real (measured) $\dot{V}O_2$, which decreased when the HR- $\dot{V}O_2$ relationship was established in a more specific manner. Energy rate values during an international competition ($\bar{X}=15.4 \text{ kcal}\cdot\text{min}^{-1}$) were found to be higher than those measured during a regional tournament ($\bar{X}=12.3 \text{ kcal}\cdot\text{min}^{-1}$), as well as during training ($\bar{X}=7.4$ to $9.8 \text{ kcal}\cdot\text{min}^{-1}$). When the knee extensors were tested at the laboratory by means of general jumping exercise protocols, CMJ values were found to be 2.1 cm higher ($\bar{X}=33.2 \text{ cm}$) than SJ values ($\bar{X}=31.1 \text{ cm}$), as expected. In specific testing protocols designed for the purpose of this study, results were also found to be higher when the elastic component of muscle strength was elicited. In a cross-sectional study, explosive strength increased with age from 6 up to 18 years, and then results stabilized. Male competitors showed consistently higher strength values in all categories, with the exception of the under-12 years age group. Sabre fencers showed higher strength values in protocols in which the elastic component was elicited. High levels of strength in the lower limbs indicate the relevance of the anaerobic alactacid metabolic mechanisms. This is probably a relevant factor for performance, but it does not discriminate by itself among fencers of similar competitive levels. The anthropometric study of the Spanish National team showed a male ectomesomorphic mean somatotype ($\bar{S}=2.3-4.5-2.9$), and marked asymmetry of the limb girths ($p<0.001$), caused by unilateral work with the weapon, and thigh hypertrophy of the anterior limb caused by the repeated eccentric actions during the lunge. Members of the Spanish National male team showed larger $\dot{V}O_{2\text{max}}$ values ($\bar{X}=56.5 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$) as compared to the females ($\bar{X}=46.3 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$), as expected. Male competitors showed higher explosive strength values in the SJ ($\bar{X}=38.3 \text{ cm}$; $\text{sd}=3.9$), and in the CMJ ($\bar{X}=43.1 \text{ cm}$; $\text{sd}=6$), reaching similar levels as the Italian National fencing team, and also in agreement with values reported for different team sports.

RÉSUMÉ (Français)

On fait une analyse des demandes physiologiques de l'escrime de compétition et du profil fonctionnel d'escrimeurs de différents niveaux. Une première étude se centre sur la réponse fonctionnelle pendant l'entraînement et en compétition (n=55). On mesure la FC, la lactatémie, la consommation d'oxygène, la dépense énergétique et la durée des assauts en compétitions et entraînement. La force explosive des extrémités inférieures est évaluée au laboratoire (n=215) dû aux difficultés de son analyse sur la piste. Enfin, on fait l'évaluation fonctionnelle de l'équipe espagnole d'escrime (n=28) pour déterminer un profil fonctionnel de l'escrimeur d'haut niveau. Après l'analyse en compétition on détache la variabilité de la réponse fonctionnelle des escrimeurs due à l'influence de facteurs tels comme l'adaptation cardiocirculatoire individuelle, l'importance de la compétition, l'éliminatoire enregistrée, le niveau du rival, la dynamique compétitive, l'arme, et le sexe. On vérifie que, dans les assauts, 41 % (de=34%) du temps on enregistre une FC par dessus du seuil anaérobie, 39 % (de=26 %) entre les deux seuils et 20 % (de=18 %) par dessous du seuil aérobie. Les valeurs de lactatémie en compétition ($\bar{X}=3,7 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$; de=1,1) confirment la faible activation de la glycolyse lactique. Les assauts représentent seulement un 18 % du temps total de compétition. On utilise une méthode de calcul indirect du $\dot{V}O_2$ en fonction de la relation individuelle FC- $\dot{V}O_2$. Aux assauts de compétition, la consommation d'oxygène estimée pour les femmes ($\bar{X}=39,6 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$) est inférieure à celle des hommes ($\bar{X}=53,9 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$). L'intensité individuelle moyenne se trouve entre le 56 % et 74 % de la $\dot{V}O_{2\text{max}}$, avec des maximums entre le 75 % et 99 % du $\dot{V}O_{2\text{max}}$, ce que confirme l'importance des besoins aérobie en escrime. La $\dot{V}O_2$ en compétition internationale est supérieure à celle enregistrée dans une compétition régionale et en différents situations d'entraînement. Entre tireurs du même sexe on ne détecte pas de différences significatives par rapport à l'arme. Avec un analyseur

téléométrique de gaz expiré on valide la méthode d'estimation, en constatant une surestimation de la $\dot{V}O_2$ que diminue en même temps qu'améliore la spécificité de la relation FC- $\dot{V}O_2$. La puissance énergétique montre des valeurs supérieures en compétition internationale ($\bar{X}=15,4$ kcal·min⁻¹) à celles des épreuves régionales ($\bar{X}=12,3$ kcal·min⁻¹) et à celles des entraînements ($\bar{X}=7,4$ à $9,8$ kcal·min⁻¹). Dans l'évaluation des extrémités inférieures au laboratoire on constate des valeurs moyennes supérieures en $2,1$ cm au CMJ ($\bar{X}=33,2$ cm) par rapport au SJ ($\bar{X}=31,1$ cm). Avec les protocoles spécifiques, dessinés dans cet étude, on obtient aussi des valeurs supérieures avec l'intervention du composant élastique de la musculature. La force explosive augmente à partir de l'âge de 6 ans jusqu'à 18 ans, et ensuite se stabilise. En faisant une comparaison par sexes et catégories, à l'exception de la catégorie "M-12", les hommes ont des valeurs significativement supérieures dans tous les tests. Les sabreurs montrent des meilleures valeurs dans les protocoles où il y a l'intervention du composant élastique de la musculature. Les bons niveaux de force des extrémités inférieures confirment l'importance des sources anaérobies alactiques. Ce facteur, est déterminant pour la performance, mais ne sert pas pour discriminer par lui-même les sujets du même niveau escrimeur. Après l'étude anthropométrique de l'équipe espagnole on détache le somatotype ectomesomorphyque ($\bar{S}=2,3-4,5-2,9$) des hommes et l'importante asymétrie des périmètres musculaires des extrémités ($p<0,001$), conditionnée par le travail unilatéral avec l'arme et l'hypertrophie de la cuisse antérieure par effet des contractions excentriques pendant la fente. Au laboratoire l'équipe masculine présente aussi des valeurs de la $\dot{V}O_{2max}$ supérieures ($\bar{X}=56,5$ mL·kg⁻¹·min⁻¹) à l'équipe féminine ($\bar{X}=46,3$ mL·kg⁻¹·min⁻¹). La force des hommes de l'équipe espagnole au SJ ($\bar{X}=38,3$ cm; $de=3,9$) et au CMJ ($\bar{X}=43,1$ cm; $de=6$) est similaire à celle de l'équipe italienne d'escrime et coïncide avec la description des différents sports d'équipe.