

Estudio de la validez en la medición de los valores de lactato sanguíneo entre los dos modelos existentes de LactatePro

Iñaki Arratibel-Imaz¹, Julio Calleja-González², Nicolás Terrados³

¹Laboratorio de Análisis del Rendimiento Deportivo. Departamento de Educación Física y Deportiva. Facultad de Educación y Deporte. Universidad del País Vasco, Vitoria, Alava. Tolosa Kirol Medikuntza, Tolosa, Guipuzkoa. ²Laboratorio de Análisis del Rendimiento Deportivo. Departamento de Educación Física y Deportiva. Facultad de Educación y Deporte. Universidad del País Vasco, Vitoria, Alava. Faculty of Kinesiology of Zagreb, Croacia. ³Unidad Regional de Medicina Deportiva del Principado de Asturias-Fundación Deportiva Municipal de Avilés y Departamento de Biología Funcional. Universidad de Oviedo.

Recibido: 27.04.2016

Aceptado: 20.06.2016

Resumen

Introducción: La medición de la concentración de lactato sanguíneo ([La-]) para el control de la intensidad del esfuerzo, tanto en laboratorio como sobre el terreno, es muy habitual en la fisiología del ejercicio y en el control del entrenamiento. El objeto de este estudio es analizar la validez y concordancia en la medición de [La-] entre los dos modelos existentes de LactatePro en el mercado.

Métodos: Han participado 34 deportistas voluntarios (3 ciclistas, 17 remeros, 10 corredores de larga distancia y 4 de montaña), los cuales llevaron a cabo un test Escalonado Progresivo Incremental Máximo (EPIM) con escalones de 3 minutos hasta el agotamiento subjetivo, con toma de una muestra sanguínea con un capilar heparinizado, la cual se analizó simultáneamente ambos modelos.

Resultados y conclusión: El análisis mostró una alta correlación entre aparatos ($r = 0,991$ y $r^2 = 0,983$; $p < 0,001$), con concordancia alta para la media de resultados (0,31 mmol/l), siendo ligeramente más alta en el modelo LactatePro LT-1710. El tramo (0 – 5,0 mmol/l) muestra una alta correlación entre aparatos ($r = 0,965$ y $r^2 = 0,931$; $p < 0,001$). El tramo de lactato medios (5,1 – 10,0 mmol/l) determina una alta correlación entre ambos ($r = 0,921$ y $r^2 = 0,848$; $p < 0,001$) y concordancia alta (0,54 mmol/l). En el tramo de valores de lactato (10,1 – 20,0 mmol/l) la correlación es alta, similar a la del tramo medio ($r = 0,926$ y $r^2 = 0,858$). La concordancia en este grupo es alta para la media de los resultados (0,40 mmol/l). Para los de [La-] mayor (>10 mmol/l) la correlación y la concordancia son altas. El cambio en la medición de los valores de [La-], sustituyendo el modelo antiguo de LactatePro LT-1710 por el nuevo LT 1730 del mismo fabricante (Akay Factory Inc. KDK Corporation, Siga, Japan), es posible dada la alta correlación y concordancia tanto para todo el conjunto como para los grupos.

Palabras clave:

Analizador de lactato.
Validez. Medida.

Validity of blood lactate measurements between the two LactatePro versions

Summary

Introduction: The blood lactate concentration to measure the exercise intensity in the lab or in the field is very usual in the exercise physiology and training control. The main aim was to measure the validity and the concordance in the measurement between two lactate-pro models in the market.

Methods: 34 voluntary sportmen (3 cyclist, 17 rowers, 10 long distance runners and 4 mountains runners) performed a staggered, progressive, intervallic, maximal test of effort. Constant increases of intensity (every 3 min) were done. The peripheral blood lactate was measured at the same time in both models by a heparinized capilar during the 10 next second after the step.

Results and Conclusion: A high correlation between devices was presented ($r = 0,991$ and $r^2 = 0,983$; $p < 0,001$), with a high concordance for the medium results (0,31 mmol/l), being a little beat higher in the model LactatePro LT-1710. The stretch of values (0 – 5,0 mmol/l) presented a high correlation between devices ($r = 0,965$ and $r^2 = 0,931$; $p < 0,001$). The stretch of medium values (5,1 – 10,0 mmol/l) determined a high correlation between them ($r = 0,921$ and $r^2 = 0,848$; $p < 0,001$) and high concordance (0,54 mmol/l). In the stretch (10,1 – 20,0 mmol/l) the correlation is high, similar than the medium group ($r = 0,926$ and $r^2 = 0,858$). The concordance in this group is for the mean results (0,40 mmol/l). For high [La-] (>10 mmol/l), the correlations and the concordance are high. The measurements of the [La-] values by the old model LactatePro LT-1710 versus the new one LT 1730 (Akay Factory Inc. KDK Corporation, Siga, Japan) is possible, given that the correlation and the concordance for the total data as well as groups are high.

Key words:

Lactate analyzer.
Validity. Measurement.

Correspondencia: Iñaki Arratibel Imaz
E-mail: inaki.arratibel@ehu.eus

Introducción

La utilización de la medición de los valores de la concentración de lactato sanguíneo ([La]) para el control de la intensidad del ejercicio, tanto en laboratorio como en terreno, es muy habitual en la fisiología del ejercicio¹⁻⁶. Dichas mediciones de la [La] son necesarias tanto en esfuerzos escalonados como en constantes. Su validez, fiabilidad y exactitud son parte fundamental del control del entrenamiento^{7,8}. Por ello, cualquier aparición en el mercado de una versión más moderna de los aparatos de medición para una misma variable biológica que otro precedente, precisa de un estadio de valoración de los resultados, a fin de que el cambio en su utilización no suponga una alteración significativa en los controles realizados⁹.

Diversos estudios han analizado la posible diferencia que pudiera existir en los valores de [La] analizados con diferentes medidores portables existentes en el mercado: Lactate Pro, Accusport, Analox GM7, Kodak Ektachem lactate, Lactate Scout, Lactate Plus, Lactate Pro2, Lactate Scout+, Xpress™, Edge⁹⁻¹³. Así, la sustitución del analizador de lactato del fabricante Akray Factory Inc. (KDK Corporation, Siga, Japan) Lactate Pro LT-1710, por la nueva versión denominada Lactate Pro2 LT-1730, precisa una valoración de la concordancia de los valores de lactato medidos con ambos aparatos, dado que hasta la fecha y para nuestro conocimiento, no hay trabajos publicados que analicen la validez de dicho instrumento. Por tanto, el objeto de este estudio es analizar la validez y la concordancia en la medición de los valores de lactato sanguíneo entre los dos modelos existentes de LactatePro en el mercado.

Material y método

Participantes

En el estudio participaron 34 deportistas voluntarios (3 ciclistas, 17 remeros, 10 corredores de larga distancia y 4 corredores de montaña de larga distancias). Las características de los sujetos se pueden observar en la Tabla 1. Durante el estudio, todos los sujetos realizaron la totalidad de su programa de entrenamiento. Los deportistas fueron informados sobre los protocolos experimentales y posibles riesgos y beneficios del proyecto, el cual fue aprobado por el comité local de ética, que otorgó su consentimiento por escrito acorde a la declaración de Helsinki y la ley orgánica 15/1999, del 13 de diciembre, con relación a la protección de datos de carácter personal, así como después de haberles explicado todos los detalles del mismo y posteriormente dar su consentimiento por escrito.

Método

Las tomas de las muestras de sangre se llevaron a cabo en los test ergométricos realizados por deportistas de diferentes niveles, atendidos en el centro de Medicina del Deporte Tolosa Kirol Medikuntza. Los test se realizaron en diferentes ergómetros: 17 en remoergómetro, 3 en cicloergómetro, 10 en tapiz rodante con protocolo de velocidad y 4 en tapiz rodante con protocolo de pendiente (Tabla 1). En todos los casos los deportistas llevaron a cabo un test Escalonado Progresivo Incremental Máximo (EPIM), con escalones de 3 minutos, hasta el agotamiento subjetivo.

Tabla 1. Datos antropométricos de los deportistas.

	Altura	Peso	IMC	% Graso	Edad
Media	176,4	74,3	23,8	11,6	32,7
DS	8,6	12,0	3,3	4,1	10,1
Máx.	191,5	114,1	38,1	26,4	54,0
Min.	151,0	46,5	18,6	7,1	19,0

Durante la realización de los test ergométricos habituales con la toma de la misma muestra sanguínea se analizó simultáneamente con los dos modelos de LactatePro, Lactate Pro LT-1710 y Lactate Pro2 LT-1730. Para ello, en cada uno de los escalones de los test de esfuerzo, llevados a cabo por 40 deportistas que acudieron a sus controles habituales, se tomaron las muestras sanguíneas con un capilar heparinizado, para que el momento de la toma de la muestra sanguínea fuese el mismo.

Dichas muestras sanguíneas fueron 269, las cuales se midieron en un máximo 10 segundos tras la toma, con los dos analizadores de lactato del estudio simultáneamente.

Las extracciones de sangre se obtuvieron del lóbulo de la oreja y la recogida no se retrasaba más de 10 segundos, con el fin de conocer con precisión la [LA].

Analizadores de lactato

Ambos analizadores (Lactate Pro LT-1710 (LP1) y Lactate Pro2 LT-1730 (LP2)) utilizan el método de electrodo enzima lactato oxidasa. El modelo LT-1710 precisa 5 µl de sangre, mientras que el modelo LT-1730 precisa únicamente 0,3 µl. Una diferencia importante, aunque no influye en los datos que se obtienen, es que con el primer modelo se precisan 60 seg para obtener los resultados, mientras que el segundo da los resultados en 15 seg. El rango de medición es de 0,8-23,3 mmol/l para el modelo LactatePro LT-1710, siendo de 0,5-25,0 para el modelo LactatePro LT-1730⁷.

Análisis estadístico

Se realizó un análisis descriptivo de los datos, describiendo media \pm desviación estándar (DS), incluyendo rango, error típico de la media, y valores mínimo y máximo. La prueba de Normalidad fue analizada utilizando el test de Kolmogorov-Smirnov. Todas las variables presentaron una distribución normal. Por tanto, utilizamos pruebas de carácter paramétrico. Se ha realizado, asimismo un análisis de la homogeneidad, con el análisis ANOVA de Levene, con una significación $p = 0,000$. Se rechaza la hipótesis nula, ya que el valor p asociado al resultado observado es igual o menor que el nivel de significación establecido ($p < 0,05$). El resultado del análisis del tamaño del efecto ha dado una $r = 0,44$, por lo que el valor del tamaño del efecto es mediano. Teniendo en cuenta que las muestras medidas fueron obtenidas en test ergométricos progresivos los valores de [La] obtenidos pueden ser clasificados como bajos, medios y altos, siguiendo en planteamiento del estudio realizado por Bonaventura *et al.* (2014)⁹. En este estudio se ha realizado un análisis global de todos los datos de forma conjunta. En una segunda fase, se

han realizado los mismos estudios en cada grupo de valores, que se han dividido en bajos (0-5,0 mmol/l; medios 5,1-10,0 mmol/l; altos >10,0 mmol/l, que según las mediciones es entre 10 y 20 mmol/l.

Para obtener información sobre el acuerdo observado y sobre la presencia de diferencias sistemáticas entre las mediciones se aplicó el Coeficiente de Correlación de la Concordancia (CCC) de Lin¹⁴, según el método desarrollado por Bland y Altman, que se basa en el análisis de las diferencias entre las mediciones individuales¹⁵, estudiando la tendencia así como cuáles son los límites de concordancia para el 95%. Para el análisis estadístico se han utilizado el paquete informático IBM SPSS Statistics 21.0 (Chicago IL, USA). La significación fue calculada mediante un análisis de varianza y fue establecido para una $p < 0,05$.

Resultados

La aplicación del Coeficiente de Correlación de Pearson muestra una alta correlación entre ambos aparatos ($r = 0,991$ y $r^2 = 0,983$), con una probabilidad de $p < 0,001$. La ecuación de regresión entre ambos métodos en este estudio fue $LP2 = 0,936LP1 + 0,080$ (Figura 1).

El análisis de la concordancia entre los resultados obtenidos con los dos métodos estudiados, muestra que dicha concordancia es alta para la media de los resultados (0,31 mmol/l), siendo ligeramente más altas las mediciones con el modelo anterior (LactatePro LT-1710). El margen para los valores a el 95%, limitado por la doble de la Desviación Standard ($\pm 2SD$), se sitúa entre +1,65 y -1,03 mmol/l, lo que supone una diferencia de 2,68 mmol/l (Figura 2a). Si el margen para los valores al 95% se calcula con la Desviación Standard directa ($\pm SD$), de la misma manera que figura en el trabajo de Bonaventura y colaboradores⁹, se sitúa entre +0,98 y -0,31 mmol/l, lo que supone una diferencia de 1,34 mmol/l (Figura 2b).

Valores entre 0 y 5 mmol/l

En el tramo de valores de lactato bajos (0 – 5,0 mmol/l) la aplicación del Coeficiente de Correlación de Pearson muestra una alta correlación entre ambos aparatos ($r = 0,965$ y $r^2 = 0,931$; $p < 0,001$), pero menor que

Figura 1. Correlación entre LactatePro LT-1710 y LactatePro LT-1730.

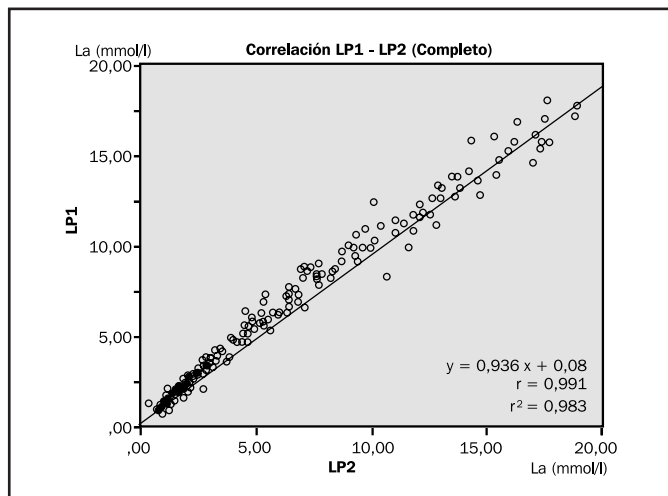
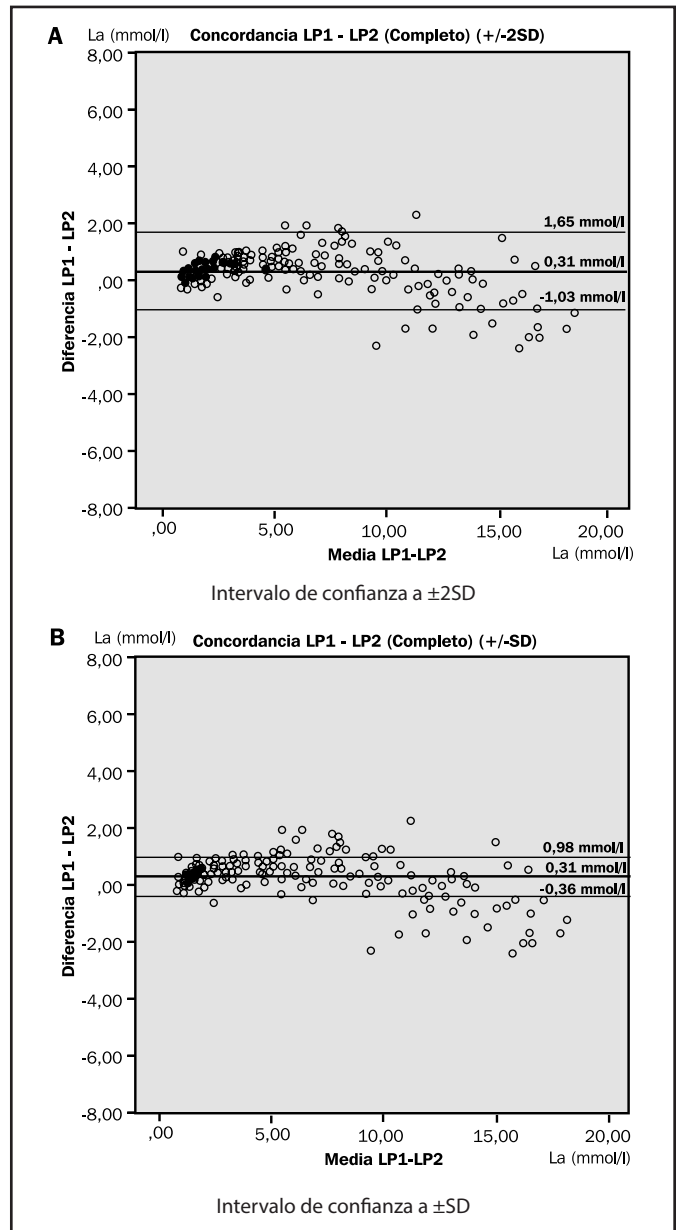


Figura 2. Concordancia entre LactatePro Lt-1710 y LactatePro Lt-1730.



en el caso de los valores en su conjunto. La ecuación de regresión entre ambos métodos en este rango fue $LP2 = 1,093LP1 + 0,023$ (Figura 3).

En este tramo de valores el análisis de la concordancia es alta para la media de los resultados (0,39 mmol/l), siendo similar al obtenido en el conjunto de los datos, siendo asimismo ligeramente más altas las mediciones con el modelo anterior (LactatePro LT-1710). El margen para los valores al 95%, limitado por el doble de la Desviación Standard ($\pm 2SD$), se sitúa entre +0,95 y -0,17 mmol/l, los que supone una diferencia de 1,12 mmol/l, sensiblemente más baja que cuando se compara el conjunto de los datos (Figura 4a). Al determinar los márgenes de la confianza con $\pm SD$, éstos se sitúan entre +0,67 y +0,11 mmol/l, lo que supone una diferencia de 0,56 mmol/l (Figura 4b).

Figura 3. Correlación entre LactatePro LT-1710 y LactatePro LT-1730 para los valores entre 0 y 5,0 mmol/l.

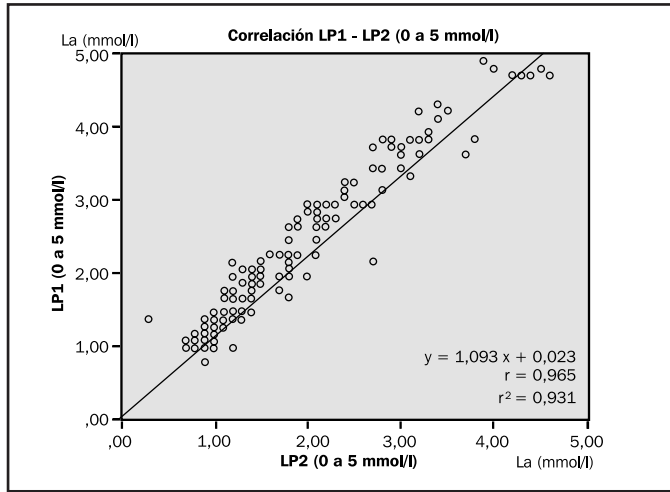


Figura 5. Correlación entre LactatePro LT-1710 y LactatePro LT-1730 para los valores entre 5,1 y 10,0 mmol/l.

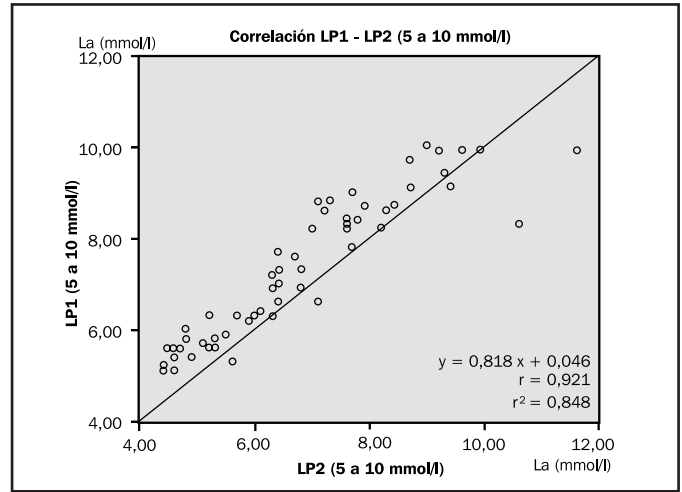
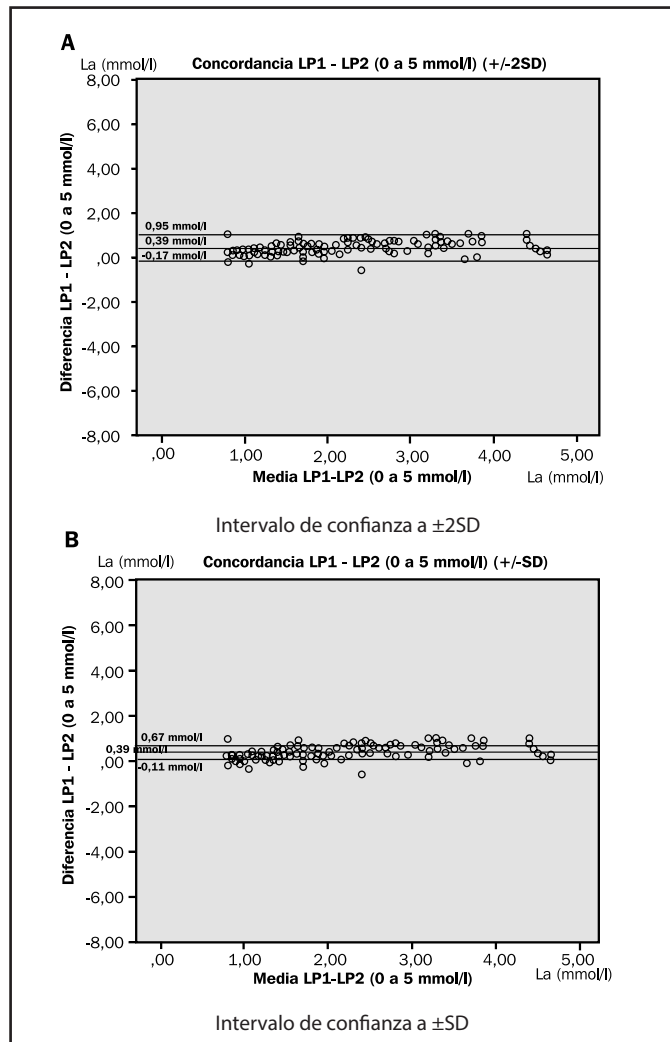


Figura 4. Concordancia entre LactatePro LT-1710 y LactatePro LT-1730 para los valores entre 0 y 5 mmol/l.



Valores entre 5 y 10 mmol/l

El tramo de valores de lactato medios (5,1 – 10,0 mmol/l) presenta una alta correlación entre ambos aparatos ($r = 0,921$ y $r^2 = 0,848$; $p < 0,001$), pero es incluso menor que en el observado para el tramo de valores bajos, y lógicamente menor que en el total de los datos. La ecuación de regresión entre ambos métodos en este estudio fue $LP2 = 0,818LP1 + 0,046$ (Figura 5).

El análisis de la concordancia para este grupo de muestra que ésta es alta para la media de los resultados (0,54 mmol/l), aunque algo menor que en el grupo bajo y en el total de los datos, siendo en todo caso más altas las mediciones con el modelo anterior (LactatePro LT-1710). El margen para los valores a al 95% para el doble de la Desviación Standard ($\pm 2SD$), se sitúa entre +1,87 y -0,81 mmol/l, que supone una diferencia de 2,68 mmol/l (Figura 6a). Con márgenes de la confianza de $\pm SD$, éstos se sitúan entre +1,21 y -0,13 mmol/l, lo que supone una diferencia de 1,34 mmol/l (Figura 6b). En ambos casos es exactamente igual que en el conjunto de los datos.

Valores entre 10 y 20 mmol/l

En este tramo de valores de lactato altos (10,1 – 20,0 mmol/l) la correlación es alta, similar a la del tramo de valores medios ($r = 0,926$ y $r^2 = 0,858$), menor que en el tramo de valores bajos, y lógicamente menor que en el total de los datos. La ecuación de regresión entre ambos métodos en este estudio fue $LP2 = 0,761LP1 + 0,480$ (Figura 7).

La concordancia en este grupo muestra que ésta es alta para la media de los resultados (0,40 mmol/l), pero en este caso las mediciones con el modelo anterior (LactatePro LT-1710) resultan menores que las del nuevo modelo (LactatePro LT-1730). Cuando el margen para el 95% se calcula con $\pm 2SD$, se sitúa entre +1,68 y -2,48 mmol/l, lo que supone una diferencia de 4,16 mmol/l (Figura 8a), muy por encima de lo obtenido en todos los análisis anteriores. Utilizando el $\pm SD$, los márgenes se sitúan entre +0,64 y -1,44 mmol/l, lo que supone una diferencia de 2,08 mmol/l (Figura 8b). También por encima de los tramos anteriormente analizados.

Figura 6. Concordancia entre LactatePro LT-1710 y LactatePro LT-1730 para los valores entre 5,1 y 10,0 mmol/l.

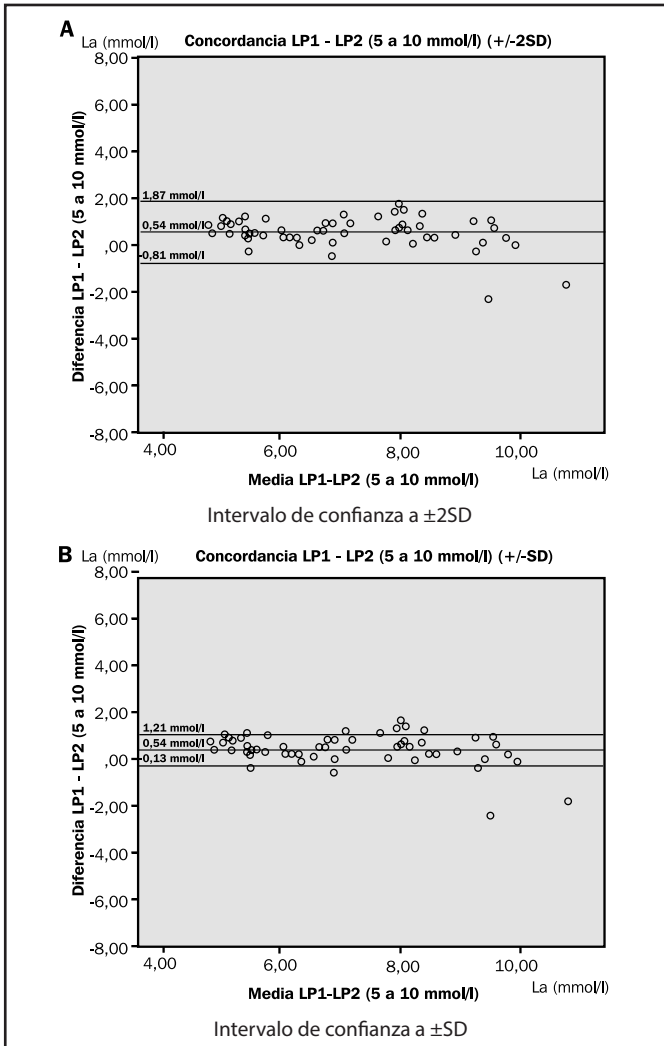


Figura 8. Concordancia entre LactatePro LT-1710 y LactatePro LT-1730 para los valores entre 10,1 y 20,0 mmol/l.

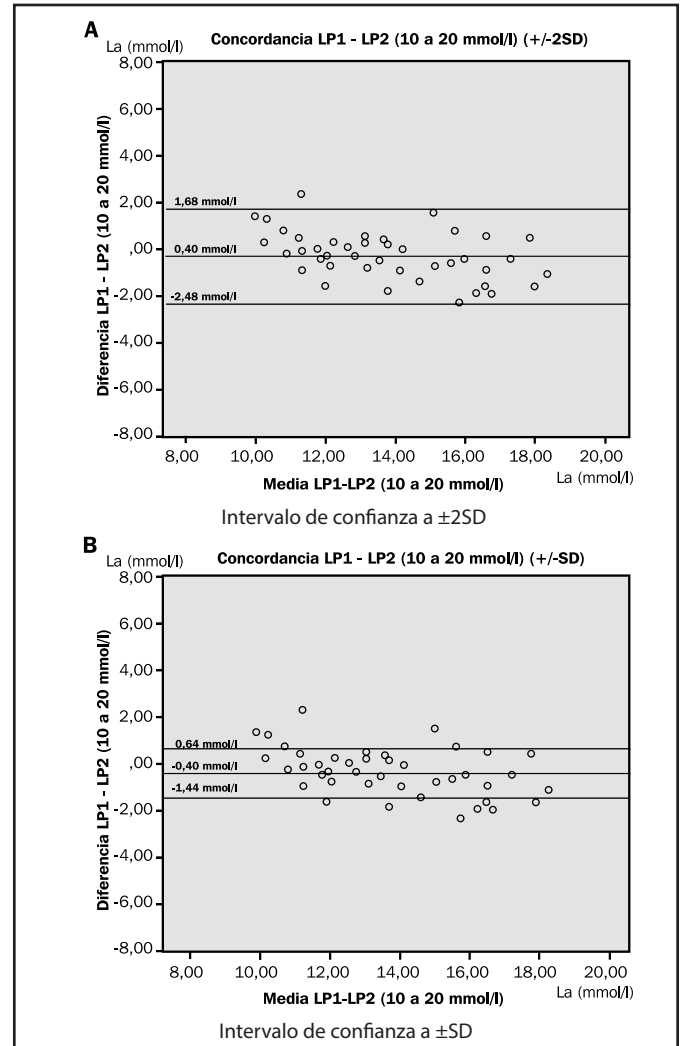
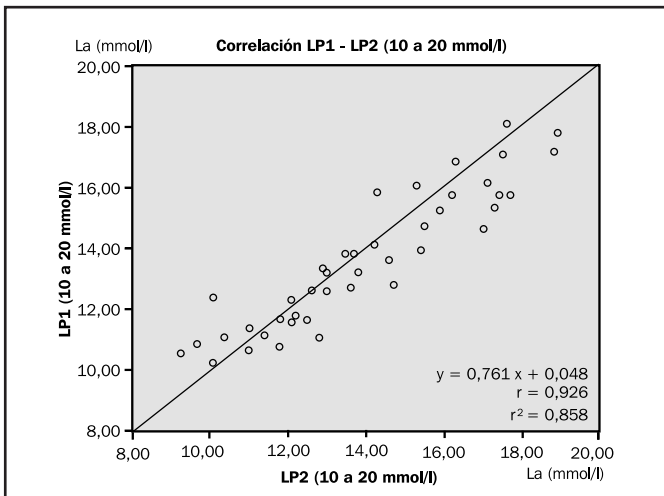


Figura 7. Correlación entre LactatePro LT-1710 y LactatePro LT-1730 para los valores entre 10,1 y 20,0 mmol/l.



Discusión

Para nuestro conocimiento, este es el primer trabajo en analizar la concordancia en la medición de los valores de lactato sanguíneo únicamente entre los dos modelos estudiados, y sólo entre ellos, en base al analizador de lactato LactatePro. Los resultados del presente estudio indican que el cambio en la medición de los valores de [La⁻] realizada con el modelo antiguo de LactatePro LT-1710 por la realizada con el nuevo modelo LactatePro LT 1730 del mismo fabricante (Akroy Factory Inc. KDK Corporation, Siga, Japan) es posible, debido a que se ha observado una alta correlación y concordancia, tanto para todo el conjunto de los datos como para los grupos de [La⁻] bajo (0 – 5,0) y medio (5,1 – 10,0). Para los datos de [La⁻] altos (>10 mmol/l) tanto la correlación como la concordancia siguen siendo altos, pero en menor medida que en los grupos anteriores.

Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Bonaventura et al.⁹, quienes obtuvieron unos resultados similares para los dos analiza-

dores comparados en este estudio, aunque en su caso, la comparación entre los dos modelos de LactatePro se incluyen en una comparación con más analizadores portables de lactato. Al igual que en dicho trabajo, en las concentraciones altas se produce una mayor dispersión de los resultados, que puede ser explicada por la alta LA en un volumen sanguíneo bajo⁹, que en el caso del modelo LT-1730 es muy bajo (0,3 µl) frente a los 5,0 µl del modelo anterior, aumentando la posible diferencia en las mediciones realizadas

Nuestros resultados indican que el cambio del modelo anterior (LT-1710) por el nuevo (LT-1730) no debería generar diferencias en el cálculo de los diferentes umbrales de lactato: Umbral Aeróbico (LT), Umbral Anaeróbico Individual (IAT) o Umbral fijo de 4 mmol/l (OBLa) ya que la alta concordancia de las mediciones en los grupos de [La⁻] baja o media es alta. Lo cual concuerda con los resultados de Bonaventura *et al.* quienes no encontraron diferencias significativas en el cálculo de los umbrales para ambos analizadores⁹.

Para una exacta transferencia de los resultados las ecuaciones de regresión serían:

Para todo el margen de las mediciones: $LP2 = 0,936LP1 + 0,080$

Para valores entre 0 y 5 mmol/l: $LP2 = 1,093LP1 + 0,023$

Para valores entre 5 y 10 mmol/l: $LP2 = 0,818LP1 + 0,046$

Para valores entre 5 y 10 mmol/l: $LP2 = 0,761LP1 + 0,480$

Conclusiones

Teniendo en cuenta que existe una gran variabilidad biológica en las concentraciones de lactato, los resultados de nuestro estudio sugieren que los resultados en el cálculo de las intensidades del entrenamiento y en la interpretación de los resultados de una ergometría, obtenidos con las mediciones realizadas con el nuevo modelo de LactatePro (LT-1730), son intercambiables con las realizadas con el modelo anterior (LT-1710).

Agradecimientos

Nuestro grupo quiere agradecer a los deportistas que participaron en el estudio, así como a la colaboración del personal de TKM. Este estudio ha sido posible gracias a la colaboración del Departamento de Educación Física y del Deporte de la Universidad del País Vasco (EHU-UPV).

Bibliografía

1. Billat VL. Use of Blood Lactate Measurement for Prediction of Exercise Performance and for Control of Training. *Sport Med.* 1996;22(3):157-75.
2. Bosquet L, Léger L, Legros P. Methods to determine aerobic endurance. *Sports Med* [Internet]. 2002 Jan;32(11):675-700. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12196030>
3. Beneke R, Hütler M, von Duvillard S, Sellens M, Leithäuser RM. Effect of Test Interruptions on Blood Lactate during Constant Workload Testing. *Med Sci Sports Exerc.* 2003;35(9):1626-30.
4. Arratibel-Imaz I, Calleja-Gonzalez JR, Emparanza JI, Terrados N, Mjaanes JM, Ostojic SM. Lack of concordance amongst measurements of Individual Anaerobic Threshold and Maximal Lactate Steady State on a cycle ergometer. *Phys Sportsmed* [Internet]. 2015;3847(December 2015):00913847.2016.1122501. Disponible en: <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/00913847.2016.1122501>
5. Melloh M, Theis J, Beneke R. Variability of blood lactate during and between given constant prolonged cycling power. *J Sports Med Phys Fitness.* 2012;52(6):575-82.
6. Hoppe M, Baumgart C, Sperlich B, Ibrahim H, Jansen C, Willis S, *et al.* Comparison between three different endurance tests in professional soccer players. *J Strength Cond Res.* 2013;27(1):31-7.
7. Billat VL, Sirvent P, Py G, Koralsztein J-P, Mercier J. The concept of maximal lactate steady state: a bridge between biochemistry, physiology and sport science. *Sports Med* [Internet]. 2003 Jan;33(6):407-26. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12744715>
8. Beneke R, Leithäuser R, Ochentel O. Blood lactate diagnostics in exercise testing and training. *Int J Sports Physiol Perform.* 2011;6(1):8-24.
9. Bonaventura JM, Sharpe K, Knight E, Fuller KL, Tanner RK, Gore CJ. Reliability and accuracy of six hand-held blood lactate analysers. *J Sport Sci Med.* 2015;14(1):203-14.
10. Mc Naughton L, Thompson D, Phillips G, Backx K, Crickmore L. A comparison of the lactate Pro, Accusport, Analox GM7 and Kodak Ektachem lactate analysers in normal, hot and humid conditions. *Int J Sports Med.* 2002;23(2):130-5.
11. Bishop P, Smith J, Kime J, Mayo J, Tin Y. Comparison of a manual and an automated enzymatic technique for determining blood lactate concentrations. *Int J Sports Med.* 1992;13(1):36-9.
12. Pyne D, Boston T, Martin D, Logan A. Evaluation of the Lactate Pro blood lactate analyser. *Eur J Appl Physiol.* 2000;82(1-2):112-6.
13. Tanner R, Fuller K, Ross M. Evaluation of three portable blood lactate analysers: Lactate Pro, Lactate Scout and Lactate Plus. *Eur J Appl Physiol.* 2010;109(3):551-9.
14. Cortés-Reyes E, Rubio-Romero J, Gaitán-Duarte H. Métodos estadísticos de evaluación de la concordancia y la reproductibilidad de pruebas diagnósticas. *Rev Colomb Obstet Ginecol.* 2010;61(3):247-55.
15. Bland J, Altman D. A note on the use of the intraclass correlation coefficient in the evaluation of agreement between two methods of measurement. *Comput Biol Med.* 1990;20(5):337-40.

Espíritu **UCAM** Espíritu Universitario

Miguel Ángel López

Campeón del Mundo en 20 km. marcha (Pekín, 2015)

Estudiante y deportista de la UCAM

- **Actividad Física Terapéutica** ⁽²⁾
- **Alto Rendimiento Deportivo:**
 - **Fuerza y Acondicionamiento Físico** ⁽²⁾
- **Performance Sport:**
 - **Strength and Conditioning** ⁽¹⁾
- **Audiología** ⁽²⁾
- **Balneoterapia e Hidroterapia** ⁽¹⁾
- **Desarrollos Avanzados**
 - **de Oncología Personalizada Multidisciplinar** ⁽¹⁾
- **Enfermería de Salud Laboral** ⁽²⁾
- **Enfermería de Urgencias,**
 - **Emergencias y Cuidados Especiales** ⁽¹⁾
- **Fisioterapia en el Deporte** ⁽¹⁾
- **Geriatría y Gerontología:**
 - **Atención a la dependencia** ⁽²⁾
- **Gestión y Planificación de Servicios Sanitarios** ⁽²⁾
- **Gestión Integral del Riesgo Cardiovascular** ⁽²⁾
- **Ingeniería Biomédica** ⁽¹⁾
- **Investigación en Ciencias Sociosanitarias** ⁽²⁾
- **Investigación en Educación Física y Salud** ⁽²⁾
- **Neuro-Rehabilitación** ⁽¹⁾
- **Nutrición Clínica** ⁽¹⁾
- **Nutrición y Seguridad Alimentaria** ⁽²⁾
- **Nutrición en la Actividad Física y Deporte** ⁽¹⁾
- **Osteopatía y Terapia Manual** ⁽²⁾
- **Patología Molecular Humana** ⁽²⁾
- **Psicología General Sanitaria** ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Presencial ⁽²⁾ Semipresencial