PubliCE, (PubliCE) 2004

Case Study

Valoración del Rendimiento en el Scrum

Stuart Mills[1] y Paul Robinson[1]

[1]*University College Worcester, UK.*

RESUMEN

El estudio de comparación fue llevado a cabo para responder a la siguiente cuestión: ¿Cuan válidos son los valores de los tests de campo estándar utilizados en el rugby para medir la potencia de las piernas para valorar la potencial aplicación de fuerza de los forwards durante el scrum? Los resultados del estudio indican que los datos crudos de los tests estándar proporcionan poca información en lo que se refiere a la evaluación de los forwards para aplicar fuerza durante el scrum. Los datos crudos tienen que ser convertidos en unidades apropiadas, las cuales tengan en cuenta la masa corporal de los sujetos y que tengan una correlación directa, precisa y pertinente con los objetivos de rendimiento. La mayoría de los manuales de entrenamiento y evaluación no consideran este hecho.

Palabras Clave: potencia de miembros inferiores, rugby, forwards, fuerza de empuje

INTRODUCCION

El scrum es una fase vital del juego, en el cual la dominación impulsa el rendimiento de todo el equipo como resultado de presionar a los oponentes y evitar que estos tengan una posesión de calidad (Greenwood 1992). Un scrum efectivo requiere no solo de la fuerza explosiva y la potencia de las piernas, sino también de una técnica correcta para poder controlar y canalizar la potencia dentro de las restricciones posicionales del scrum. Para valorar con precisión el rendimiento de los jugadores en el scrum, los tests deben incorporar las destrezas técnicas requeridas durante el scrum. Pero, ¿que método es válido para valorar con precisión el rendimiento del scrum? En este artículo se presentan los hallazgos individuales de dos estudios. Estudio 1 – Evaluación: se realiza la evaluación de una máquina neumática para la valoración del rendimiento individual del scrum, y Estudio 2 – Comparación: se realizó la comparación de los valores de rendimiento obtenidos en la máquina con los valores de rendimiento alcanzados en test de campo estándar frecuentemente utilizados para medir la potencia de piernas.

Los entrenadores utilizan frecuentemente la valoración subjetiva, en donde el scrum es observado y analizado durante el juego o posteriormente con la utilización de videos, para identificar aspectos del scrum que se están trabajando bien o que requieren atención. Una desventaja de esta forma de valoración es que es difícil cuantificar los cambios en el rendimiento. La obtención de un valor numérico del rendimiento permitiría saber cuales son los cambios en el rendimiento del scrum que deberían ser monitoreados a lo largo de la temporada y también proveería de una medición del efecto específico de intervención, e.g., la adopción de una nueva técnica de scrum.

Fuerza delantera: la poca investigación que se ha realizado acerca del rendimiento en el scrum, se ha referido a la fuerza delantera como la fuerza ejercida en la posición de scrum y ha sido utilizada como una medida del rendimiento en el mismo (Rodando and Pedotti 1998; Milburn 1990, 1993; Quarrie and Wilson 2000). Estos investigadores han incorporado una plataforma de fuerza a una máquina común para el scrum o han utilizado transductores de fuerza ajustados a un máquina

de scrum para de esta manera obtener datos de la fuerza mientras se lleva a cabo el scrum. Estos equipamientos particulares para la medición de fuerza esta más allá de las posibilidades de los clubes de rugby, y por lo tanto los entrenadores tienden a depender de test de rendimiento físico general para obtener una medición indirecta del potencial de los jugadores en el scrum. Los test más comunes incluyen el salto vertical, test de levantamientos de pesas (sentadillas, press en banco, remo sentado) y sprints cortos (Reddin 1999; Jenkins and Reaburn 2000).

Durante los últimos años se han desarrollado maquinas para el scrum que incorporan dispositivos para la medición de la fuerza. Las mejores máquinas para la medición de fuerza en el scrum son:

- Predator : http://www.predator.uk.com
- Rhino: http://www.rhinorugby.com
- Scrummáster: http://www.scrummáster.com

Las máquinas para el scrum utilizan el principio neumático (presión de aire) para controlar el grado de movimiento dentro de las almohadillas para los hombros incrementando de esta manera la especificidad de la destreza del scrum imitando más estrechamente las demandas de un scrum real. La neumática también permite la medición de la fuerza. A medida que el jugador o los jugadores (están disponibles en el mercado tanto máquinas individuales como máquinas para el pack de forwards) empujan contra las almohadillas para los hombros, estas comprimen el aire dentro de la rama que esta conectada a la almohadilla. Esta presión de aire dentro de la rama es medida y mostrada en relojes de presión, los cuales son calibrados para mostrar la fuerza en unidades de kilogramos (kg).



Figura 1. *Máquina Individual para el Scrum, Predator*

ESTUDIO 1- EVALUACION DE LA MAQUINA INDIVIDUAL PARA EL SCRUM CONTROLADA NEUMATICAMENTE

Con el propósito de valorar efectivamente el rendimiento del el scrum en la máquina, la tarea de ejercer fuerza contra la almohadilla debe demandar las mismás destrezas técnicas que son requeridas durante el scrum en el juego. Si este no fuera el caso entonces los valores de fuerza provistos por la máquina no serían específicos en cuanto al scrum y podrían por lo tanto ofreces información reducida en cuanto al rendimiento en el scrum. La evaluación de la máquina individual Predator podría responder las siguientes preguntas:

1. ¿Los valores de fuerza provistos por la máquina reflejan específicamente el rendimiento en el scrum, o simplemente representan un valor de la fuerza general?
2. ¿La máquina de scrum demanda las mismás destrezas técnicas, y por lo tanto permite distinguir entre una buena técnica y una técnica deficiente?

Método de Evaluación: doce forwards de nivel secundario/universitario (edad: 19-22 años, másа corporal: 101.5 ± 14.6kg) participaron en este estudio de evaluación. Luego de la familiarización con el equipo Predator, se les requirió a los sujetos que aplicaran la máxima fuerza utilizando su técnica más eficiente y efectiva del scrum contra la máquina neumática. Los rendimientos durante el scrum fueron grabados en vídeo para valorar la técnica, incluyendo los ángulos de la cadera y las rodillas, y la posición de la espalda. La coordinación de los centros articulares de los sujetos fueron reconstruidos a partir de datos digitalizados utilizando una Transformación Linear Directa 2D (DLT). Los sujetos también realizaron una test de salto desde posición de sentadilla, con un ángulo ideal en la rodilla de 120º que es el ángulo ideal para el scrum (O'Shea 1996), los saltos fueron realizados en una plataforma de fuerza Kistler. El propósito de la realización del salto vertical fue obtener una medición de la fuerza explosiva de los jugadores en una actividad que demanda una destreza mínima. Los datos de la fuerza máxima generada durante el salto vertical fueron correlacionados con la fuerza máxima aplicada durante el scrum.

Evaluación de los Resultados y Discusión: la Figura 2 muestra las relaciones entre el pico de fuerza ejercido durante el salto vertical y la fuerza máxima ejercida durante el scrum en la máquina Predator.

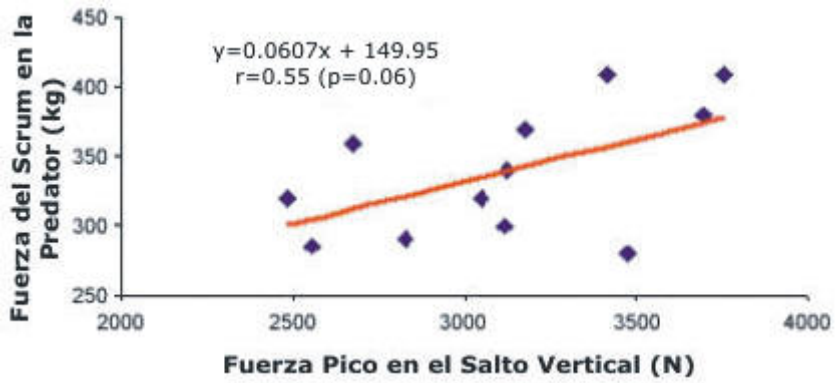


Figura 2. *Correlación entre el pico de fuerza en el salto vertical y la fuerza durante el scrum en la máquina predator.*

Aunque ambos tests midieron la fuerza explosiva de las piernas, los análisis de correlación de Pearson mostraron solo una correlación moderada con un coeficiente de correlación de r = 0.55 (p = 0.06), la cual quizás no es tan fuerte como se habría esperado. Si el rendimiento en el scrum se debiera solamente a la fuerza de las piernas entonces todos los sujetos deberían estar posicionados en la línea de mejor ajuste. Esta línea de mejor ajuste, dada por la ecuación de regresión y = 0.0607x + 149.95, podría utilizarse para estimar el valor de fuerza que obtendrán los jugadores en la máquina predator en base al pico de fuerza en el salto vertical, si es que la fuerza de las piernas fuera el único determinante de la fuerza ejercida durante el scrum. La fuerza de las pierna obviamente no es el único determinante de la fuerza ejercida durante el scrum ya que el coeficiente de correlación fue de solo r = 0.05, y por lo tanto hay otros factores, tal como la técnica del scrum contribuyen al rendimiento del scrum. Sin embargo esto puede ser útil para ayudar a explicar la selección de jugadores, que se detalla posteriormente, agrupados según la técnica.

Si se observa más de cerca la Figura 3, el sujeto 1 (S1) ejerció una fuerza 53kg mayor que su valor esperado dado por la línea de mejor ajuste, y el sujeto 12 (S12) obtuvo el valor más bajo de fuerza durante el scrum, ejerciendo 81kg menos que lo esperado. Se hipotetizó que aquellos sujetos que obtenían valores de fuerza en el scrum por encima de la línea de mejor ajuste podrían tener una mejor técnica de scrum que aquellos sujetos cuyos valores estaban por debajo de la línea de mejor ajuste. Los tres sujetos que tuvieron el mejor rendimiento en relación al pico de fuerza en el salto vertical conformaron el grupo con "buena técnica" (ver Figura 4). La técnica de estos tres sujetos fue comparada con la técnica de los tres sujetos que conformaron el grupo con "técnica deficiente" quienes a su vez tuvieron el peor rendimiento en relación a los valores del salto vertical.

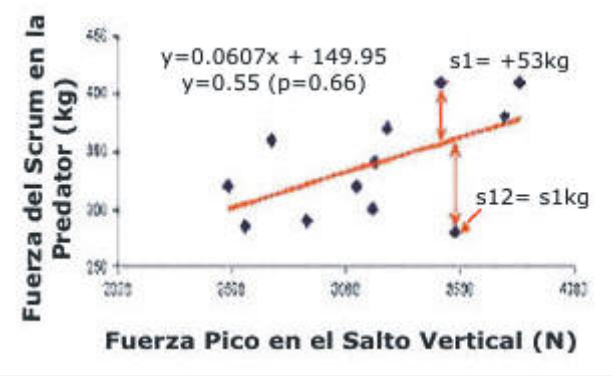


Figura 3. *Relación entre el pico de fuerza en el salto vertical y la fuerza ejercida en la máquina predator. La figura ilustra el rendimiento en el scrum en relación al salto vertical.*



Figura 4. *Relación entre el pico de fuerza en el salto vertical y la fuerza ejercida en la máquina predator. La figura ilustra los grupos con buena técnica y con técnica deficiente.*

La literatura especializada en rugby recomienda que durante el scrum la espalda debe estar en una posición casi horizontal con los hombros ligeramente por encima de las caderas (Greenwood, 1992; O'Shea, 1996). La Figura 5 ilustra que el grupo con "buena técnica" mostró la técnica recomendada con una pendiente en la espalda de aproximadamente 5 grados por encima de la horizontal. El grupo con "técnica deficiente" exhibió una pendiente en la espalda más inclinada, aproximándose a los 20 grados.

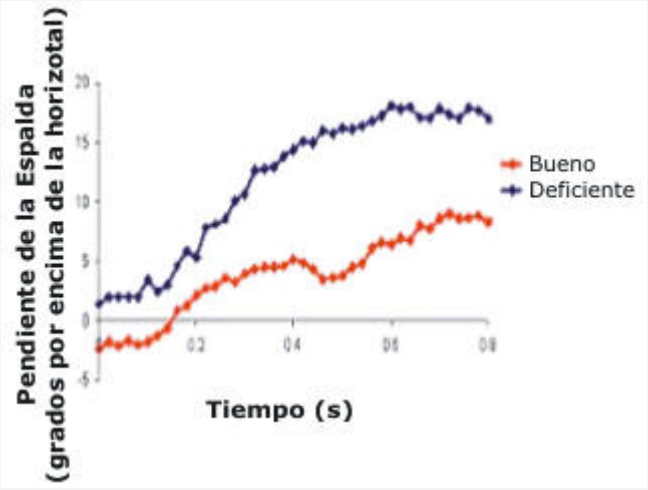


Figura 5. *Pendiente de la espalda durante el scrum.*

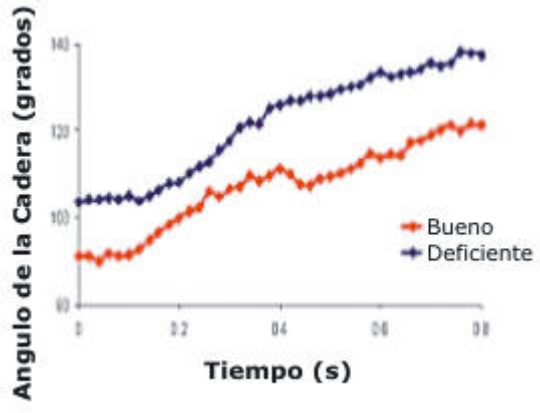


Figura 6. *Ángulo de la cadera durante el scrum.*

Los ángulos de la cadera se muestran en la figura 6. El grupo con "técnica deficiente" tendió a tener mayores ángulos en las caderas a lo largo de la realización del scrum. Hubo poca diferencia en los ángulos de la rodilla entre los dos grupos aunque aparentemente el grupo con "buena técnica" inició la extensión de la rodilla antes que el grupo con técnica deficiente (Figura 7).

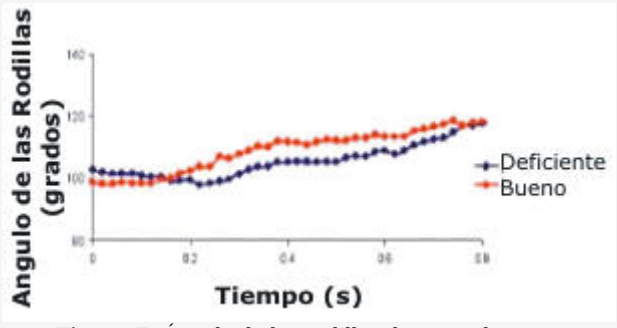


Figura 7. *Ángulo de las rodillas durante el scrum.*

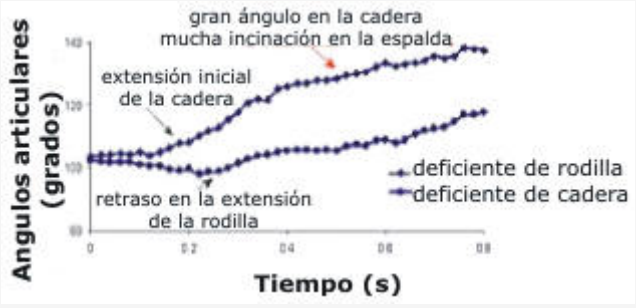


Figura 8. *Ángulos en la cadera y la rodilla en el grupo con "técnica deficiente" durante el scrum.*

La observación tanto de los ángulos de la rodilla como de los ángulos de la cadera, en conjunto proveen un mejor indicador de lo que está sucediendo durante la realización del scrum. La figura 8 muestra los ángulos de la cadera y de las rodillas en el grupo con “técnica deficiente”. Es evidente que este grupo depende excesivamente en dejar caer las caderas para iniciar el movimiento, y con esto se produce un retraso en la extensión de la rodilla. Esta caída de las caderas resulta en grandes ángulo articulares en la cadera, lo cual causa una mayor pendiente de la espalda. Las Figuras 9 y 10 muestran como el sujeto 12 del grupo con “técnica deficiente” claramente deja caer sus caderas para iniciar el movimiento.

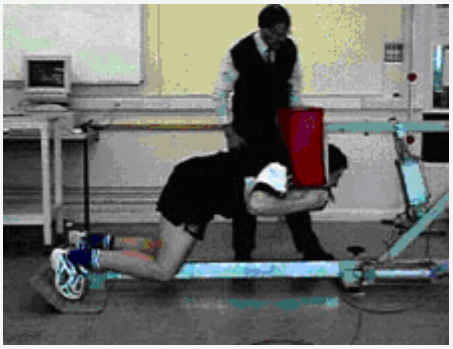


Figura 9. *Posición inicial del sujeto 12.*

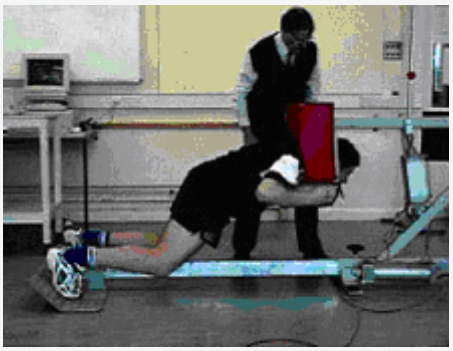


Figura 10. *Posición del sujeto 12 luego de 0.5 segundos.*

El análisis de la técnica del grupo con “buena técnica” indicó que estos realizaban una simultanea extensión de las rodillas junto con la extensión de la caderas (Figura 11). La habilidad para coordinar la extensión de la cadera y de la rodilla, hace que la espalda permanezca casi horizontal, lo que resulta en una movimiento hacia adelante más potente

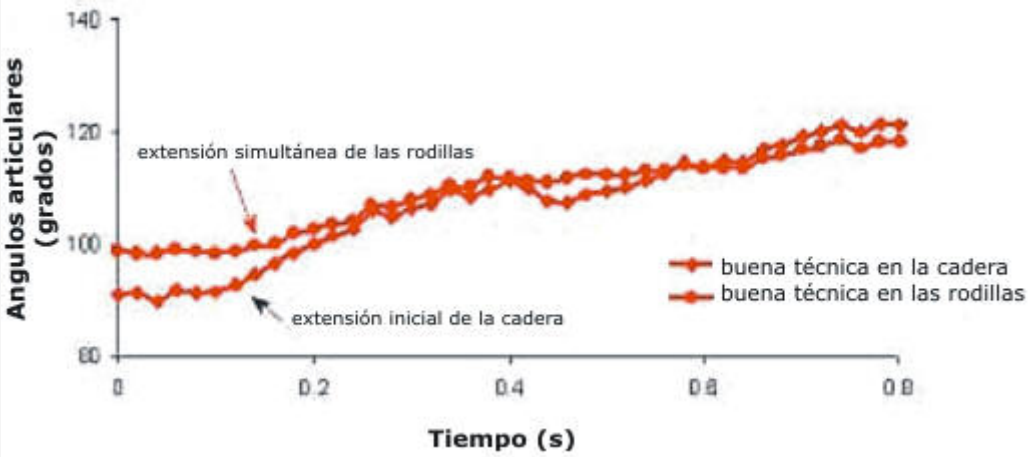


Figura 11. *Ángulos de las rodillas y las caderas en el grupo con "buena técnica" durante el scrum.*

Resumen: el estudio de evaluación fue llevado a cabo para responder a las siguientes preguntas:

1. Los valores de fuerza provistos por la maquina de scrum ¿reflejan específicamente el rendimiento del scrum o simplemente representan la fuerza general?
2. La máquina de scrum demanda las mismás destrezas técnicas, y por lo tanto permite distinguir entre una buena técnica y una técnica deficiente?

Los resultados del estudio indican que los valores de fuerza durante el scrum provistos por la máquina Predator reflejan específicamente el rendimiento del scrum. Los valores de fuerza son específicos del scrum y son dependientes de las destrezas técnicas y del control de la fuerza explosiva. Los sujetos que obtuvieron mejores valores de fuerza en el scrum en relación a su fuerza explosiva (grupo con "buena técnica") tendieron a mostrar una técnica similar a la recomendada en la literatura del rugby literature (Greenwood, 1992; O'Shea, 1996) y esta fue distintivamente diferente de los sujetos que obtuvieron valores relativamente bajos de fuerza durante el scrum (grupo "técnica deficiente")

La disparidad en el rendimiento entre los dos tests de fuerza máxima es una consecuencia de las diferencias en la técnica del scrum. Por lo tanto se puede concluir que la máquina de scrum controlada neumáticamente es capaz de distinguir jugadores que tienen un buen rendimiento durante el scrum, de aquellos que tienen un buen nivel de fuerza explosiva en las piernas pero limitadas destrezas en la técnica del scrum.

Los hallazgos de el estudio de Evaluación destacaron que una valoración precisa del rendimiento físico requiere de test específicos para el deporte, los cuales deben replicar las demandas de fuerza del juego. Como la mayoría de los clubes de rugby no tienen acceso a máquinas de scrum que puedan medir capacidades de fuerza, los entrenadores tienden a depender de test de rendimiento físico general para obtener una medición indirecta del potencial de los jugadores para el scrum. El segundo estudio compara los valores obtenidos en la máquina de scrum con los valores de rendimiento obtenidos en test de campo estándar frecuentemente utilizados para estimar las potencia de las piernas.

ESTUDIO 2 - COMPARACION DE LOS VALORES OBTENIDOS EN LA MAQUINA DE SCRUM CON LOS VALORES DE TEST ESTANDAR PARA MEDIR LA POTENCIA EN EL RUGBY

En el juego del rugby, el desarrollo de la potencia de las piernas es de particular importancia para los forwards en el scrum y en el mol. Se requiere que los forwards sostengan in empujen en el scrum y realicen un empuje explosivo cuando se pone la pelota en juego en el scrum. De acuerdo con Nicholas (1997) los test de campo estándar más frecuentemente utilizados para medir la potencia de las piernas, los cuales son también recomendados en numerosos manuales de entrenamiento y por la England Rugby Football Union (Reddin 1999) son el salto vertical y los sprints cortos. La unidad de rendimiento en el salto vertical se expresa comúnmente en centímetros (cm) y para los sprints en segundos (s).

Recientemente varios investigadores han tenido en cuenta la masa corporal para los sprints y para calcular el momento obtenidos durante los mismos (kg m/s) (Quarrie et al., 1996; Deutsch & Sleivert, 2000). Los investigadores del rugby no parecen tener en cuenta la masa corporal cuando expresan el rendimiento en el salto vertical, aun cuando exista la ecuación de Lewis (Wilkinson and Moore 1995) la cual calcula la potencia del salto vertical a partir de la altura del salto y de la masa corporal. La ecuación de Lewis es la siguiente: potencia (watts) = 21.72 x Masa (kg) x raíz cuadrada de la altura saltada (m). Un hallazgo interesante para el salto vertical reportado por Nicholas (1997) es que los valores obtenidos por los backs son mayores que los obtenidos por los forwards, y dentro del grupo de los backs los que obtienen los mejores resultados son los backs externos (Quarrie et al 1996). En base a estos resultados para el salto vertical, los cuales miden la fuerza explosiva de las piernas, ¿pondría usted a los backs externos en el scrum?!!!!!! Por lo tanto la utilidad de estos tests indirectos, específicamente si no se tiene en cuenta la masa corporal, y su aplicabilidad al rugby son cuestionables.

Este estudio fue diseñado para comparar los valores de rendimiento obtenidos y la fuerza máxima aplicada en estos tests con la fuerza máxima que se podría aplicar contra la máquina de scrum Predator controlada neumáticamente. Las comparaciones podrían contestar a la siguiente pregunta:

¿Cuan válidos son los valores de los tests de campo estándar utilizados en el rugby para medir la potencia de las piernas para valorar la potencial aplicación de fuerza de los forwards durante el scrum?

Método de Comparación: diez forwards de nivel secundario/universitario (edad: 19 – 22 años, masa corporal 101.5 ±15.5kg) fueron evaluados en saltos verticales máximos en una plataforma de fuerza Kistler y en sprints de 15m con partida en posición estática por medio de una sistema de cronometraje foto eléctrico el cual registra tiempos a intervalos de 5mts. Luego de la familiarización con el equipo Predator, se les requirió a los sujetos que aplicaran la máxima fuerza utilizando su técnica más eficiente y efectiva del scrum contra la máquina neumática. El equipo permitió que los sujetos se movieran a lo largo de un ángulo en la rodilla de 120º para que produjeran la mayor aplicación de fuerza (Zatsiorsky 1995) en la máxima extensión, mientras mantenían las caderas a la misma altura que los hombros o ligeramente por debajo, proveyendo la resistencia suficiente para medir la aplicación de fuerza máxima en kilogramos (kg). Se llevaron a cabo correlaciones entre la fuerza máxima aplicada durante el scrum y cada una de las siguiente variables:

- Altura del salto vertical (cm)
- Potencia calculada a partir de la altura saltada y la masa del sujeto utilizando la ecuación de Lewis (watts)
- Los mejores tiempos en los sprints a los 5, 10 y 15 metros (s)
- El momento calculado a partir de la masa de los sujetos y de los tiempos en los sprints (kg m/s).
- Fuerza promedio calculada a partir de la masa de los sujetos y el tiempo en los sprints (N)

Esta fuerza fue calculada utilizando una ecuación original, derivada por los investigadores: fuerza promedio (N) = 2 x distancia del sprint (metros) x Masa (kg) / tiempo al cuadrado. (Fuerza Promedio = sdm/t2)

RESULTADOS Y DISCUSION

Los estudios acerca del rugby que han utilizado tests de salto vertical y de sprints han tendido a comparar el rendimiento entre los jugadores en base a la altura del salto y el tiempo de movimiento en distancias específicas. Cuando se comparó la fuerza en el scrum en la máquina Predator con la mejor altura en el salto vertical, los análisis de correlación de Pearson mostraron que había una relación no significativa con un coeficiente de correlación r igual a 0.38 (Figura 12). Este hallazgo está de acuerdo con los hallazgos de Quarrie y Wilson (2000) quienes hallaron una correlación no significativa de r = -0.13. En la Figura 13 se muestra una correlación mucho más fuerte ($r = 0.67$, $p<0.05$), correlación que fue hallada cuando se comparó la fuerza en el scrum en la máquina Predator con la máxima fuerza vertical aplicada a la plataforma de fuerza durante el salto vertical. Sin embargo, ¿cuántos clubes de rugby poseen una plataforma de fuerza?.

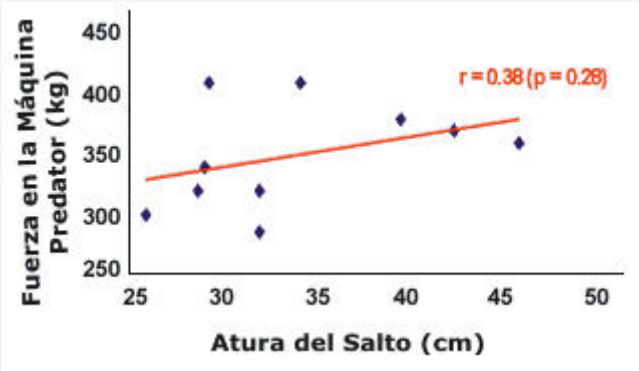


Figura 12. *Correlación entre la altura del salto vertical y la fuerza aplicada en la máquina de scrum Predator.*

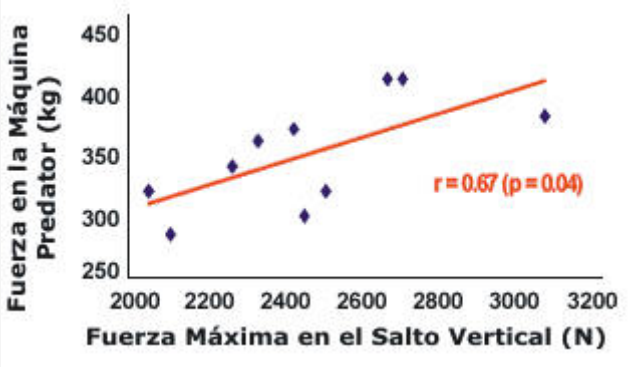


Figura 13. *Correlación entre la fuerza máxima aplicada a la plataforma de fuerza durante el salto y la fuerza aplicada en la máquina de scrum Predator.*

Cuando se calculó la potencia del salto vertical utilizando la ecuación de Lewis, teniendo en cuenta la masa corporal, se hallo una fuerte correlación de r = 0.83 (p = 0.002), la cual se ilustra en la figura 14. No hubo correlación alguna entre la fuerza en el scrum y el tiempo de sprint en las distancias de 5m (r = -0.26), 10m (r = -0.06) o 15m (r = 0.05), la figura 15 muestra la correlación no significativa entre el tiempo en el sprint de 15m y la fuerza aplicada en la máquina predator.

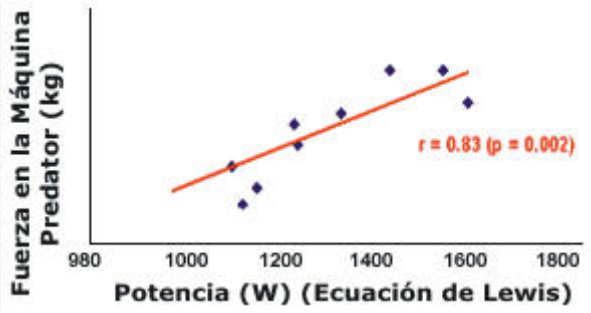


Figura 14. *Correlación entre la potencia del salto vertical calculada a partir de la ecuación de Lewis y la fuerza aplicada en la máquina de scrum Predator.*

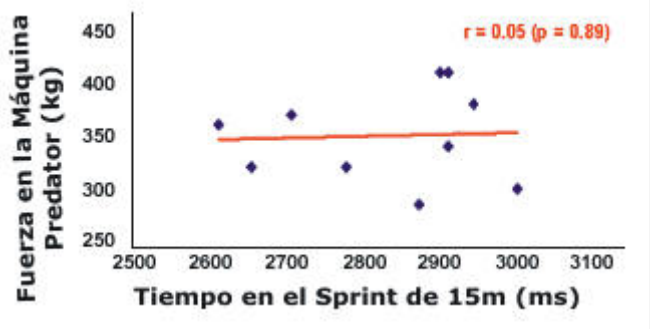


Figura 15. *Correlación entre el tiempo en el sprint de 15 metros y la fuerza aplicada en la máquina de scrum predator.*

Cuando se considero la masa corporal en el calculo del momento obtenido durante los sprints, se obtuvieron altas correlaciones, r = 0.74, r = .076 y r = 0.80 (todos los valores de p < 0.01). La figura 16 ilustra la correlación con el sprint de 15 metros. Cuando se calculó la fuerza promedio durante cada uno de los sprints utilizando la ecuación fuerza promedio = 2dm/t2, y se compararon los valores obtenidos con la fuerza aplicada durante el scrum en la máquina Predator, o sea se comparó fuerza con fuerza, se hallaron fuertes correlaciones para todos los valores de sprint. Se obtuvieron los siguientes coeficientes de correlación r = 0.88, r = 0.88 y r 0 0.90 (figura 17) para los sprints de 5, 10 y 15 metros respectivamente (todos los valores de p < 0.01).

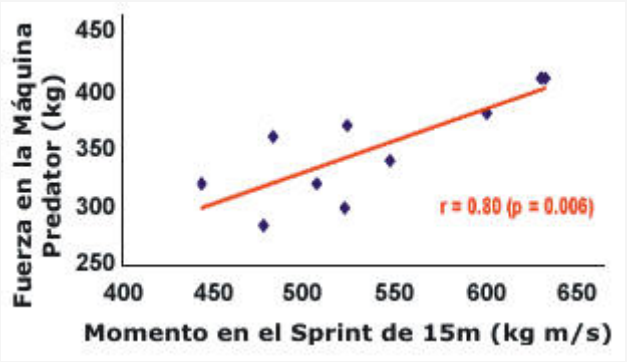


Figura 16. *Correlación entre el momento obtenido durante el sprint de 15 metros y la fuerza en la máquina de scrum Predator.*

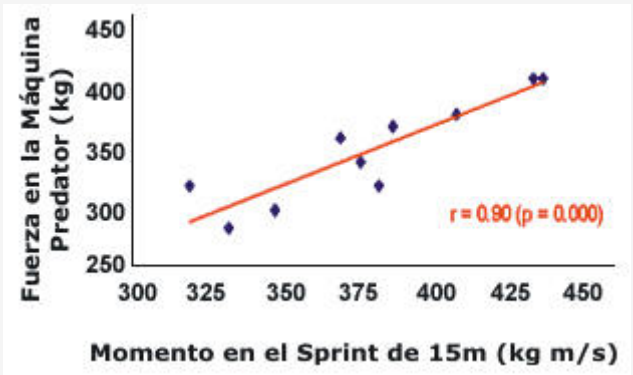


Figura 17. *Correlación entre la fuerza promedio en el sprint de 15 metros y la fuerza aplicada en la máquina de scrum Predator.*

CONCLUSION

Este artículo comenzó preguntando, “¿cuál es el método válido para valorar con precisión el rendimiento en el scrum?”. La máquina para scrum Predator controlada neumáticamente, una de la pocas máquinas para scrum disponibles ahora en el mercado que posee dispositivos de medición de la fuerza, fue evaluada para conocer su habilidad para valorar efectivamente el rendimiento en el scrum. El estudio de evaluación demostró que la máquina Predator produce demandas de las destrezas técnicas específicas del scrum y es capaz de distinguir entre jugadores con un buen desempeño en el scrum y jugadores que tienen buena fuerza explosiva en las piernas pero destrezas técnicas limitadas. Luego en el estudio de comparación de comparó la fuerza máxima aplicada contra la máquina Predator y los valores de rendimiento obtenidos en los test estándar para medir la potencia de piernas. La mayor correlación entre la fuerza aplicada durante el scrum en la máquina Predator se obtuvo cuando se comparó esta con los datos de los test de sprint convertidos a fuerza promedio. Sin este cálculo adicional los datos crudos mostraron ser poco significativos.

El cálculo de la fuerza promedio le provee a todos lo clubes de rugby un test relativamente simple que relaciona la potencia de las piernas con el rendimiento en el scrum. Sin embargo, con la nueva era del rugby profesional y el aumento de la investigación científica, los clubes de rugby deberían evaluar la validez de los test de rendimiento que se están utilizando actualmente y considerar la adopción de test específicos que midan directamente el rendimiento en el scrum. Esto incrementaría la confiabilidad y la validez de los datos y los resultados ya que se estarían evaluando las debilidades reales, y por lo tanto esto mejoraría la preparación de los jugadores para la competencia.

REFERENCIAS

1. Deutsch, M. and Sleivert, G (2000). Fitness profiling. *In Smart Training for Rugby. edited by McKenzie, A., Hodge, K. and Sleivert, G.) pp.66-93*
2. Auckland: Reed. Greenwood, J (1992). Total Rugby. *London: A & C Black. (pp. 123 - 144)*
3. Jenkins, D. and Reaburn, P (2000). Protocols for the physiological assessment of rugby union players. *In Physiological Tests for Elite Athletes / Australian Sports Commission (edited by Core, C.J.) pp. 327-333. Champaign, Ill: Human Kinetics*
4. Milburn, P.D (1990). The kinetics of rugby union scrummaging. *Journal of Sports Sciences, 8, 47-60*
5. Milburn, P.D (1993). Biomechanics of rugby union scrummaging: Technical and safety issues. *Sports Medicine, 16, 168-179*
6. Nicholas, C.W (1997). Anthropometric and physiological characteristics of rugby union football players. *Sports Medicine, 23, 357-396*
7. O'Shea, B (1996). Building the scrum. *England Rugby: The RFU Technical Journal, January, 21 - 23*
8. Quarrie, K.L., Handcock, P., Toomey, M.J. and Waller, A.E (1996). The New Zealand rugby injury and performance project. *Ant. and physical performance comparisons between positional categories of senior A rugby players. B Journal of Sports Medicine, 30, 53-56*
9. Quarrie, K.L. and Wilson, B.D (2000). Force production in the rugby union scrum. *Journal of Sport Sciences, 18, 237-246*
10. Reddin, D (1940). England Rugby Fitness Tests: Test Protocols. *E.R.F.U. R. and P.A quantitative anal.of thrust and motor c. in a rugby scrum. In Sc. and F. (ed by Reilly,Lees,Davids and Murphy),pp. 476-486*
11. Wilkinson, D. and Moore, P (1995). Measuring Performance: A Guide to Field Based Fitness Testing. *Leeds: The National Coaching Foundation*
12. Zatsiorsky, V.M (1995). Science and Practice of Strength Training. *Champaign, Ill: Human Kinetics*