Selected Papers from Impact

Estudio del Deficit (DBL) y Facilitaciòn (FBL) Bilateral en Futbolistas Elite Sub-20 de Colombia

Study of Deficit (Dbl) and Bilateral Facilitation (Fbl) in Elite U-20 Football Players in Colombia

José Acero[1], Carlos Nieto[2] y Rodrigo Larrahondo[3]

[1]*Director Científico- Instituto de Investigaciones & Soluciones Biomecánicas (II&SB) Cali- Valle- COLOMBIA jacero5@telmex.net.co.*
[2]*Director Científico Laboratorio del Movimiento- Unidad Medico-Deportiva y de Salud Ocupacional- Universidad Tecnológica De Pereira (UTP) niceniega@utp.edu.co.*
[3]*Federación Colombina de Futbol: Preparador Físico – Selección Colombia Sub-20.*

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue analizar el estado y correlaciones del fenómeno del déficit o facilitación bilateral en 16 jugadores de la selección Colombia Sub-20 quienes llevaron a cabo dos tipos de tests: (1) El protocolo de Saltos Acero-Ibargùen, (2) Evaluación de fuerza isométrica máxima en extensión de piernas y de brazos. Se utilizó el Globus Ergo System con una plataforma de contacto, una maquina multi-fuerzas y una celda de carga (Tesys 400). Los resultados confirmaron la existencia del porcentaje del déficit y facilitación bilateral bajo diferentes fluctuaciones. Las correlaciones entre los saltos y la potencia mecánica fueron significativas pero no así la de los saltos y la fuerza isométrica máxima evaluada. En conclusión el modelo aquí estudiado en futbolistas sub-20 implica que el fenómeno del Déficit Bilateral es un indicador muy importante en la medición de la potencia de estos deportistas

Palabras Clave: déficit bilateral, facilitación bilateral, potencia mecánica máxima indirecta, fuerza isométrica máxima

ABSTRACT

The objective of this study was to analyze the state and correlations of the phenomenon of bilateral deficit or facilitation in 16 players of the Colombia U-20 team who carried out two types of tests: (1) The Acero-Ibargùen Jumps protocol, (2)) Evaluation of maximum isometric strength in leg and arm extension. The Globus Ergo System was used with a contact platform, a multi-force machine and a load cell (Tesys 400). The results confirmed the existence of the percentage deficit and bilateral facilitation under different fluctuations. The correlations between jumps and mechanical power were significant, but that between jumps and the maximum evaluated isometric strength was not. In conclusion, the model studied here in under-20 soccer players implies that the Bilateral Deficit phenomenon is a very important indicator in measuring the power of these athletes.

Keywords: bilateral deficit, bilateral facilitation, maximum indirect mechanical power, maximum isometric strength

INTRODUCCIÓN

El Futbol es por excelencia una modalidad deportiva que utiliza una mezcla de periodos de ejercicio de alta y baja intensidad. La potencia aeróbica y anaeróbica, la fuerza muscular, la flexibilidad y la agilidad son factores que integran hoy por hoy el paquete de la capacidad física del futbolista (22). Dentro de las variables del comportamiento neuro-motor a nivel del sistema nervioso y la mecánica musculo-articular se encuentra un fenómeno que en los últimos 40 años ha sido estudiado por científicos de diferentes áreas (6) y que es denominado el Déficit Bilateral (DBL). En la literatura, ha sido reportado que el resultado de fuerza de las acciones bilaterales simultaneas máximas del cuerpo humano son menores en cantidad que la suma de las acciones unilaterales (10, 21, 17, 23, 1, 18, 15, 16, 9, 12 y 7). De acuerdo con (7) el DBL es atribuido (1) a un manejo neural reducido para activar los músculos de una acción bilateral simultánea o (2) a factores no neurales tales como las relaciones fuerza-velocidad o fuerza-tensión.

La altura saltada o alcanzada (AS en cms) en saltos del tipo ABK ha sido estudiada para obtener el % DBL en futbolistas de diferentes edades. Acero et al. (2) en su primer progreso, investigaron un total de 37 jugadores profesionales de futbol y encontraron un promedio general de % DBL = - 23,11. Acero et al. (3) investigaron (segundo progreso) a 221 jugadores niños y jóvenes (11 a 18 años) siendo entrenados hacia el rendimiento deportivo y encontraron un promedio general del % DBL = -21,51.

Una segunda área de estudio en este fenómeno del DBL en futbolistas esta la relacionada con la potencia mecánica máxima indirecta, (PMmi) o la potencia estimada desde la altura saltada y la masa corporal de jugador para ser tomadas como indicador del % DBL. Acero et al. (2) (Progreso 1) estimaron sobre cada altura saltada de los 37 jugadores objeto de estudio, la PMmi (Método de Harman et al, 1991) y establecieron un promedio general de % DBL en términos de PMmi de = -40,57 (rango %DBL = -10,10 y -63,22). La correlación lineal en este estudio mencionado entre el % DBL por AS y el % DBL por PMmi fue bastante alta y significativa (r = 0,86) aunque lo valores finales hayan sido más altos en el % DBL por PMmi,

La tercera área de investigación en el DBL tiene que ver con algunas de las manifestaciones de la fuerza a nivel de miembros inferiores. La fuerza máxima puede ser de forma estática denominada fuerza isométrica máxima y se produce cuando el jugador realiza una contracción voluntaria máxima (CVM) con una resistencia muy grande o inamovible, En la contracción isométrica no se lleva a cabo ningún movimiento, el músculo se tensa pero no realiza ningún trabajo físico dinámico de desplazamiento segmental ya que el producto de fuerza por distancia (Trabajo Mecánico) es cero. Entonces, la fuerza más elevada que un jugador puede alcanzar con una contracción muscular voluntaria máxima sólo puede ser reconocida de forma exacta en una contracción isométrica (14). Otros factores a considerar dentro de esta área están relacionados con las propiedades mecánicas del musculo esquelético donde las relaciones de longitud-tensión se presentan en las contracciones isométricas y de fuerza- velocidad en las contracciones isotónicas (19).

En concordancia con el párrafo anterior, la literatura científica ha reportado algunos estudios que tienen que ver con las diferentes relaciones en miembros inferiores y la fuerza la isométrica (Fuerza-tensión) y algunas manifestaciones dinámicas del movimiento deportivo tales como los saltos (Fuerza-tensión y velocidad variable). En un sentido más acorde con el objetivo de esta investigación, Challis (11), en su investigación sobre la relación de fuerza máxima, acciones de salto y otras mediciones, encontró coeficientes de correlación moderados (entre 0,52 y 0,67) y significativos de las medidas de fuerza máxima y las alturas de salto. McGuigan y Winchester (20) han indicado que no hubo una correlación significativa entre la tasa de desarrollo de la fuerza (TDF) bajo condiciones isométricas y las pruebas de saltabilidad hechas (Salto vertical y hacia adelante) en jugadores australianos de futbol. En relación con los estados de fuerza isométrica máxima y sub-máxima en los miembros superiores de jugadores de futbol, la literatura científica tiende a ser muy escasa y no existen reportes válidos para ser estudiados.

Tomando parte del espectro referencial del fenómeno DBL en el futbol y algunas de las posibles valoraciones de la acción muscular, ha sido el objetivo fundamental en este progreso de esta línea investigativa: El determinar el estado y correlaciones del DBL o FBL a través de las acciones de los (1) saltos ABK y CMJ en términos de altura saltada (AS) y potencia mecánica máxima indirecta (PMmi) y (2) Pico máximo de fuerza isométrica (PmFiso) y Tasa de Desarrollo de la Fuerza isométrica máxima en miembros inferiores y superiores de la selección de futbol de Colombia Sub-20, 2008.

METODOS

Sujetos

16 jugadores de diferentes posiciones de juego de la Selección Colombia Sub.- 20 participaron como sujetos de investigación en este estudio. (Ver características de la muestra en la tabla 1). Todos ellos participaron en las pruebas de laboratorio diseñadas en condiciones unilaterales y bilaterales en pruebas de saltos ABK, CMJ y fuerza isométrica máxima (FISOmax) en miembros inferiores y superiores. Los sujetos fueron informados de los beneficios y riesgos del estudio y firmaron un consentimiento escrito. El estudio fue aprobado por el cuerpo técnico de la Selección Colombia 2007-2008.

Característica	Talla (m)	Masa Corporal (kg)	% Grasa Coporal	IMC (kg/m²)
Promedio	1,78±0,08	76,09±7,7	7,8±0,8	23,9±1,3
Máximo	1,9	89,4	9,6	26,1
Minino	1,63	62	6,68	21,84

Tabla 1. *Caracterización Antropométrica - Selección Colombia Sub- 20 (n=16)*

Procedimientos

Previamente a las mediciones experimentales del estudio central los jugadores participantes fueron familiarizados con los tipos de saltos, pruebas isométricas e instrumentación a utilizarse. Durante la toma de datos ellos realizaron un calentamiento controlado de aproximadamente 12 minutos. Los sujetos de investigación siguieron el protocolo experimental configurado por Acero (4) para un total de 36 acciones motoras solicitadas (ver tabla 2). Los saltos unilaterales y bilaterales del tipo ABK y CMJ fueron ejecutados bajo el comando “salto máximo”, siguiendo los estándares internacionales de ejecución correcta creados por Bosco (8) (Ver ejemplos en Figura 1). La prueba de fuerza isométrica máxima en extensión de pierna o piernas fue realizada teniendo al jugador sentado manteniendo el tronco sin apoyo posterior alguno y en unos ángulos intersegmentales muslo-tronco y muslo-pierna de aproximadamente 90º. La silla fue ajustada a las mediciones corporales hasta obtener estos ángulos enunciados y un cinturón de seguridad fue localizado a nivel el muslo proximal para evitar el levantamiento de la cadera. Los brazos se mantuvieron cruzados sobre el tronco superior durante la prueba para evitar apoyos manuales externos. Los rodillos inferiores de la máquina extensora de piernas estuvieron localizados a nivel de línea meso bi-malelolar anterior. Cada movimiento fue hecho en un rango máximo de 5 segundos bajo la instrucción de “fuerte y rápido” y sin balanceos laterales (ver Figura 2 y 3).

Prueba	1	2	3	Max
ABK- EID				
ABK- EIIz				
ABK BL				
CMJ- EID				
CMJ- EIIZ				
CMJ- BL				
ISO-EID				
ISO-EIIz				
ISO-BL				
ISO-ESD				
ISO-ESIz				
ISO-BL				

ABK = Abalakov, **CMJ** = Contra movimiento, **EID** = Extremidad inferior derecha, **EIIz** = Extremidad inferior Izquierda, **ESD**= Extremidad Superior Derecha, **ESIz**= Extremidad Superior Izquierda **BL** = Bilateral simultaneo, **ISO** = Prueba isométrica Máxima en 5 s
Max = Resultado Máximo

Tabla 2. *Protocolo de saltos ABK, CMJ y Fuerza Isométrica Máxima de Miembros Inferiores y Superiores (Acero, 2007).*

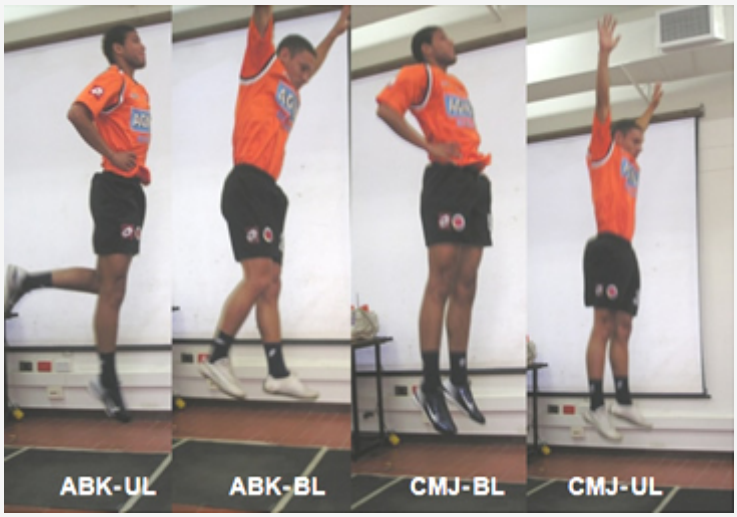

Figura 1. *Seriados fotográficos de Saltos Unilaterales y Bilaterales Abalakov (ABK) y en Contramovimiento.*

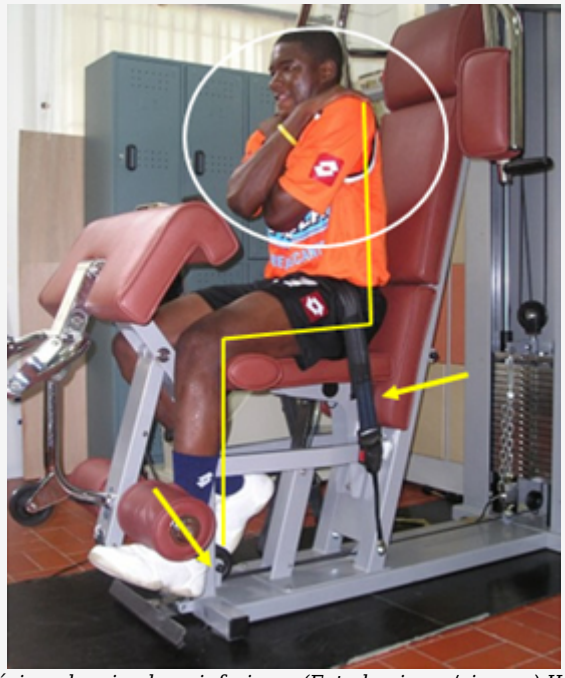

Figura 2. *Fuerza isométrica máxima de miembros inferiores (Ext. de pierna/piernas) II&SB-UTP (Acero & Nieto, 2007)*

Figura 3. *Fuerza isométrica máxima de miembros Superiores (Ext. de antebrazo/antebrazos). II&SB-UTP (Acero & Nieto, 2007)*

Instrumentación y Procesamiento de Datos

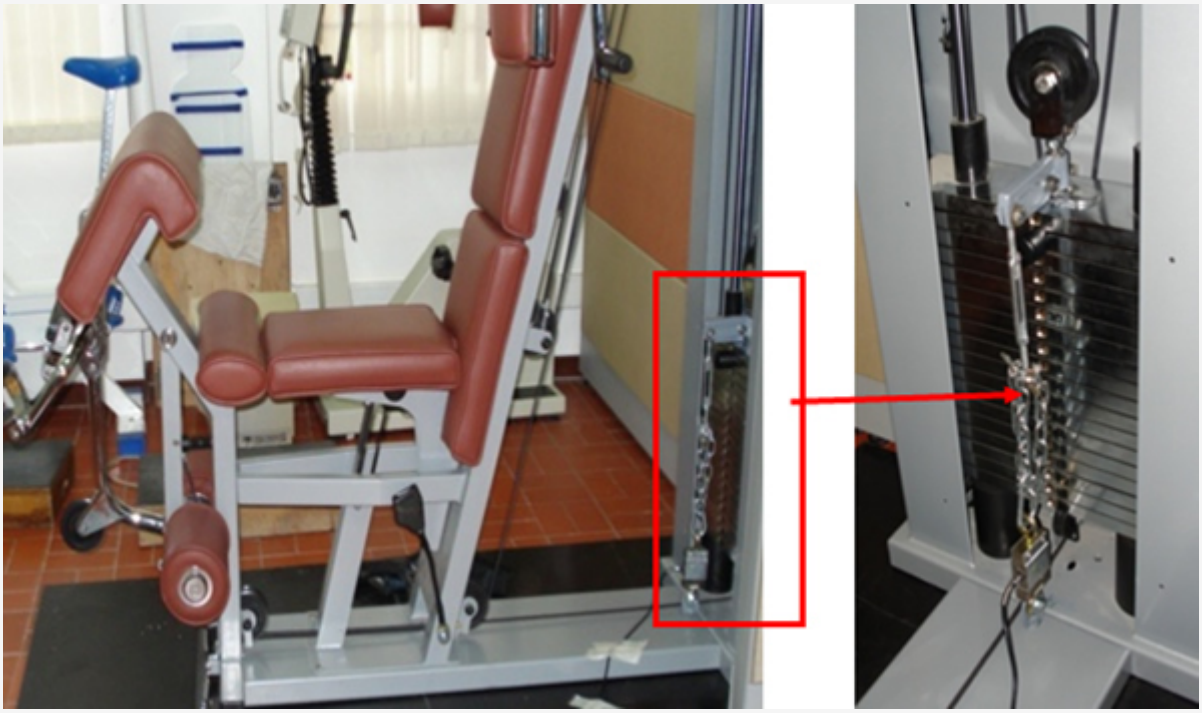

Figura 4. *Adaptación de la celda de carga TESYS 400 a una maquina muti-fuerza para la evaluación de la fuerza isométrica máxima*

Los saltos ABK y CMJ fueron realizados sobre una plataforma de contactos (jump mat) de 80 x 160 cms, utilizando el Globus Ergo System. Inicialmente la recolección y almacenamiento de datos se hizo con el software de medición, Globus Evaluation Concept, que determino el tiempo de vuelo (TV) y altura saltada (AS = $(TV)^2$*1,226) en cada salto y luego se utilizó el software de interpretación BIOSALTUS-II&SB creado por Acero (5) para obtener una estimación de la potencia mecánica máxima indirecta (PMMi) (Método de (13), PMmi(W)=((61,9*AS(cm))+(36*MC(kg)-1822) y el cálculo del % del déficit bilateral (%DBL) o del % de facilitación Bilateral (% FBL) (Método de Acero & Ibarguen , 2002, %DBL = ((BL-(ULD+ULIz))/BL)*100). Las mediciones de la fuerza isométrica máxima en miembros inferiores y superiores fueron tomadas utilizando el mismo Globus Ergo System con una unidad central ADAPTADOR TESYS actuando como transductora de señales generadas por la fuerza isométrica empleada sobre una celda de carga (Tesys 400) de hasta 300kg, Dicha galga linear fue localizada en forma vertical sobre la corredera posterior de una máquina multi-fuerzas (ver figura 4) diseñada por Globus Italia para este fin.

RESULTADOS

En la tabla 3, todos los jugadores respondieron a la confirmación de la existencia del déficit bilateral y muy pocos obtuvieron la clasificación de buenos a facilitadores bilaterales (el menor déficit bilateral) en los resultados individuales de los saltos ABK y CMJ. Las alturas saltadas uni y bilateralmente son menores en el CMJ que en el ABK dadas las restricciones de no utilización de los miembros superiores en el CMJ y a algunos otros restrictores temporo-espaciales de este tipo de movimiento.

	ABK				CMJ			
Jugador	ASD	ASI	ASBL	%DBL	ASD	ASI	ASBL	%DBL
1	0,306	0,327	0,532	-19,0	0,26	0,29	0,45	-22,7
2	0,323	0,321	0,538	-19,7	0,21	0,27	0,45	-7,54
3	0,356	0,311	0,518	-28,8	0,27	0,28	0,41	-35,1
4	0,323	0,336	0,477	-38,2	0,24	0,27	0,43	-21,1
5	0,356	0,343	0,585	-19,5	0,29	0,3	0,5	-18,2
6	0,302	0,299	0,553	-8,7	0,23	0,24	0,48	1,871
7	0,342	0,340	0,534	-27,7	0,28	0,31	0,5	-17,5
8	0,316	0,314	0,522	-20,7	0,26	0,28	0,4	-35,3
9	0,313	0,353	0,472	-41,1	0,22	0,29	0,44	-17,8
10	0,350	0,260	0,471	-29,5	0,27	0,27	0,46	-17,6
11	0,275	0,295	0,551	-3,4	0,22	0,28	0,47	-7,19
12	0,256	0,296	0,451	-22,4	0,19	0,24	0,41	-3,39
13	0,392	0,399	0,579	-36,6	0,28	0,31	0,48	-23,2
14	0,313	0,301	0,588	-4,4	0,29	0,26	0,5	-10,4
15	0,300	0,347	0,450	-43,8	0,27	0,29	0,42	-35,3
16	0,342	0,339	0,545	-25,0	0,26	0,28	0,48	-11,4

ASD = altura saltada miembro derecho, ASI =altura saltada miembro Izquierdo, ASBL= altura saltada ambos

Tabla 3. *Resultados individuales de alturas saltadas (m) en ABK, CMJ y % DBL o %FBL, Selección Colombia Sub-20 (2007-2008).*

En la tabla 4, los resultados primarios de Picos de Fuerza isométrica Máxima (FISO max) (N) unilateral y bilateralmente son mayores en los miembros inferiores en forma consistente dado esto, entre otros factores, por la diferencia en la composición estructural y funcional de la musculatura extensora de la piernas y por una mayor contracción concéntrica de la musculatura extensora de las piernas en relación con aquella de los brazos.

	FISOmax (MI)				FISOmax (MS)			
Jugador	ISOD	ISOI	ISOBL	% DBL	ISOD	ISOI	ISOBL	% DBL
1	444,6	647,1	1217,2	10,3	215,2	307,5	639,9	18,3
2	829,7	964,8	1915,3	6,3	332,0	300,7	603,4	-4,9
3	551,3	443,9	1296,2	23,2	238,3	255,3	457,4	-7,9
4	546,0	537,7	1363,0	20,5	321,0	313,4	561,9	-12,9
5	1130,3	1318,5	2323,7	-5,4	409,1	373,1	885,8	11,7
6	558,7	530,6	1081,3	-0,7	199,7	206,5	410,5	1,1
7	813,5	860,8	1889,8	11,4	371,9	406,4	732,8	-6,2
8	972,7	739,7	1848,4	7,4	408,5	355,8	863,3	11,5
9	950,2	1014,4	2185,2	10,1	389,9	371,3	609,8	-24,8
10	503,6	528,5	1285,3	19,7	286,8	342,3	700,9	10,2
11	799,4	725,7	1740,8	12,4	304,9	307,2	496,2	-23,3
12	670,4	679,5	1571,4	14,1	342,3	334,0	816,2	17,1
13	777,6	896,1	2040,4	18,0	395,7	342,2	826,4	10,7
14	621,8	796,2	1532,8	7,5	254,9	299,7	527,1	-5,2
15	363,6	472,5	1174,6	28,8	358,8	408,3	601,2	-27,6
16	605,2	697,1	1470,2	11,4	417,4	359,5	591,7	-31,3

MI = Miembro inferior , **MS** = Miembro Superior, **ISOD** = Picos de Fuerza Isométrica Máxima en miembro derecho, **ISOI**= Picos de Fuerza Isométrica Máxima en miembro Izquierdo, **ISOBL** =Picos de Fuerza Isométrica Máxima bilaterales

Tabla 4. *Resultados individuales de Picos de Fuerza Isométrica Máxima (N) en Miembros Inferiores y Superiores y % DBL o % FBL-Selección Colombia Sub-20 (2007-2008).*

La tabla 5, describe en promedios generales unilaterales y bilaterales , todo el recorrido del % DBL en esta investigación bajo los criterios de alturas saltadas (AS) y potencia mecánica máxima indirecta (PMmi) de los saltos ABK y CMJ y picos y tasa de desarrollo de la fuerza isométrica en miembros inferiores y superiores.

Tipo	Variables	Promedio (x)	DE	Máximo	Mínimo
ABK	Max D(AS) (m)	0,32	0,03	0,39	0,26
	Max I (AS) (m)	0,32	0,03	0,40	0,26
	Max BL (AS) (m)	0,52	0,05	0,59	0,45
	DBL (AS) (%)	-24,28	12,19	-3,45	-43,78
	Max D (PMmi) (W)	2902,06	251,48	3343,63	2505,74
	Max I (PMmi) (W)	2908,25	342,75	3544,33	2307,40
	Max BL (PMmi) (W)	4140,44	280,79	4596,27	3613,49
	DBL (PMmi) (W) (%)	-40,47	11,58	-23,24	-62,55
CMJ	Max D (AS) (m)	0,254	0,030	0,291	0,189
	Max I (AS) (m)	0,279	0,022	0,314	0,238
	Max BL (AS) (m)	0,455	0,035	0,502	0,400
	DBL (AS) (%)	-17,61	11,21	1,87	-35,34
	Max D (PMmi) (W)	2494,17	312,62	3068,09	2002,46
	Max I (PMmi) (W)	2649,31	342,92	3203,88	2027,22
	Max BL (PMmi) (W)	3738,36	384,18	4367,99	2985,04
	DBL (PMmi) (W) (%)	-37,63	9,76	-14,11	-53,40
ISOMAX MI	Fmax D (N)	696,15	210,74	1130,26	363,56
	Fmax I (N)	740,81	231,74	1318,47	443,94
	Fmax BL (N)	1620,99	381,59	2323,70	1081,32
	DBL Fmax (N) (%)	11,35	8,66	28,82	-5,38
	Tasa Fisomax (F/s) D	361,91	593,17	2182,42	106,31
	Tasa Fisomax (F/s) I	409,35	492,18	1994,61	125,74
	Tasa Fisomax(F/s) BL	715,43	616,84	2624,77	302,67
	DBL Tasa (F/s) (%)	-7,80	90,50	84,40	-240,32
ISOMAX MS	Fisomax D (N)	327,90	71,84	417,39	199,72
	Fisomax I (N)	330,20	52,47	408,34	206,45
	Fisomax BL (N)	645,29	145,96	885,79	410,51
	DBL Fisomax (N) (%)	-3,97	16,51	18,33	-31,30
	Tasa Fisomax (F/s) D	173,11	144,10	568,23	54,43
	Tasa Fisomax (F/s) I	158,45	81,68	325,08	73,40
	Tasa Fisomax (F/s) BL	263,85	210,47	962,82	127,21
	DBL Tasa Fisomax(F/s) (%)	-46,76	71,30	31,72	-272,55

Tabla 5. *Promedios Generales de la variables medidas y calculadas para el modelo DBL (ABK, CMJ, ISOMAX MI e ISOMAX MS) - Selección Colombia Sub-20 (n=16).*

En el primer conjunto de variables correlacionadas y que tienen que ver con las acciones evaluadas de saltos y fuerza isométrica, exclusivamente en los miembros inferiores se han encontrado los siguientes datos importantes (ver Tabla 6): Las relaciones categorizadas como muy altas fueron entre DBLASABK y DBLPMABK, DBLASCMJ y DBLPMCMJ (r = 0,947 y 0,882 respectivamente) implicando una relación bi-direccional entre las alturas saltadas y la estimación de la potencia mecánica máxima indirecta en el mismo tipo de salto (ABK y CMJ). Los siguientes pares de variables (ver tabla 6) fueron interpretados como de relación alta DBLASABK y DBLPMCMJ, DBLASABK y DBLFISOI, DBLPMABK y DBLFISOI (r = 0,654, -0,623, y -0,613 respectivamente).

	DBLASABK	DBLASCMJ	DBLPMABK	DBLPMCMJ	DBLFISOI	DBLTASAI
DBLASABK	1,000	0,579*	0,947**	0,654**	-0,623**	-0,420
DBLASCMJ	0,579*	1,000	0,483	0,882*	-0,525*	-0,437
DBLPMABK	0,947**	0,483	1,000	0,546*	-0,613*	-0,424
DBLPMCMJ	0,654**	0,882**	0,546*	1,000	-0,409	-0,562*
DBLFISOI	-0,623**	-0,525*	-0,613*	-0,409	1,000	0,421
DBLTASAI	-0,420	-0,437	-0,424	-0,562*	0,421	1,000

Tabla 6. *Correlaciones de Pearson entre los resultados del %DBL en saltos ABK , CMJ FISOmax y la tasa FISOmax en miembros inferiores Selección Colombia Sub- 20 (2007-2008) n = 16. * correlación significativa a un nivel 0,05 (2 colas). ** correlación significativa a un nivel 0,01 (2 colas). DBLASABK = % DBL por altura saltada en ABK, DBLASCMJ =% DBL por altura saltada en CMJ DBLPMABK = % DBL por Potencia mecánica indirecta en ABK, DBLPMCMJ = % DBL por Potencia mecánica indirecta en CMJ, DBLFISOI = % DBL por Pico de fuerza isométrica máxima en miembros inferiores, DBLTASAI = % DBL por tasa de Pico de fuerza isométrica máxima en miembros inferiores*

En la tabla 7 se establece que las relaciones bi-direccionales de esta cuatro variables no son significativas encontrándose únicamente el par de DBLFISOI y DBLTASAI (r=0,421) en una relación moderada dado que son del mismo segmento corporal o sea de los miembros inferiores.

	DBLFISOI	DBLFISOS	DBLTASAI	DBLTASAS
DBLFISOI	1,000	-0,358	0,421	-0,355
DBLFISOS	-0,358	1,000	-0,148	0,102
DBLTASAI	0,421	-0,148	1,000	0,064
DBLTASAS	-0,355	0,102	0,064	1,000

Tabla 7. *Correlaciones bi-variadas de Pearson entre los resultados del %DBL de FISOmax y la tasa FISOmax en miembros inferiores y superiores - Selección Colombia Sub- 20 (2007-2008).*

DISCUSION

La relación entre el % DBL calculado en ABK con respecto a CMJ no tiene ningún patrón definido de incrementos o disminuciones en este valor probablemente dado por que la capacidad de utilización de los brazos y fuerza contráctil no es la misma en cada jugador. Este hallazgo no tiene precedentes en la literatura sobre el fenómeno del déficit bilateral.

Se evidencia nuevamente los valores encontrados en el % DBL aunque en esta condición son muy diferentes a los descritos en la Tabla 3 para los miembros inferiores. En el uso de FISOmax como criterio para calcular el % DBL se observa que existen contrariamente al uso de AS en ABK y CMJ un número considerable de jugadores con facilitación bilateral (FBL) o porcentajes positivos del DBL (15/16) y muy buenos % de DBL (1/16) sin embargo son los mismos jugadores y los mismos miembros corporales actuantes. La diferencia del % DBL entre estas dos condiciones de manifestación de la fuerza puede darse: en primer lugar a que en el indicador FISOmax la contracción muscular voluntaria es máxima de acuerdo con Hauptmann y Harre (14). En FISOmax la contracción es estática del tipo Fuerza-Tensión y en ABK y CMJ son movimientos dinámicos multi-articulares y del tipo Fuerza- Velocidad en concordancia con Lieber (19) y tercero el tiempo de exposición en FISOmax es hasta máximo 5 segundos y en los saltos ABK y CMJ tienen un rango entre 250 a 450 milésimas de segundo. Estos hallazgos indican por ahora que el % DBL o el % FBL bajo estas dos condiciones son muy diferentes.

En los saltos ABK y CMJ el valor promedio del %DBL es mucho menor en términos de alturas saltadas (AS) que cuando se toma el criterio de potencia mecánica máxima indirecta (PMmi). Las razones que pueden estar ligadas a este resultado estriban en que la AS es un factor netamente cinemático como producto de una aplicación de una combinación fuerza-velocidad aunque es un resultado derivado o calculado está más cerca de la realidad mecánica, en cambio la PMmi es un cálculo muy indirecto de estimación cinética basado en ecuaciones de regresión lineal.

Lo anterior implica que el % DBL del salto ABK tiene este nivel de relación alta con los factores cinéticos del % DBL, la

potencia mecánica estimada y con el pico de la fuerza isométrica máxima en extensión de piernas y que por consiguiente puede ser uno salto muy representativo para los estudios del % DBL y que la relación salto y fuerza isométrica dentro de las características de este estudio tienen una muy buena relación, contrario a lo encontrado por McGuigan y Winchester (20) y muy de acuerdo a lo reportado por Juárez et al. (11). Nuevamente se confirma los datos obtenidos por Acero et al. (2).

Este hallazgo en términos de la relación bidireccional del % DBL nos indica que probablemente exista una muy baja relación entre los miembros inferiores y superiores y que este resultado necesita ser investigado en profundidad para resolver las inquietudes de si el comportamiento de las extremidades corporales entre si son así de independientes.

CONCLUSIONES

El modelo DBL aquí estudiado y aplicado en futbolistas sub-20 potencializa el entendimiento de la transversalizaciòn del fenómeno del DBL a través de tres grandes áreas de evaluación, la altura saltada en ABK y CMJ, la potencia mecánica máxima indirecta en los saltos ABK y CMJ y el pico y la tasa del desarrollo de la fuerza isométrica máxima en la extensión de piernas y de brazos.

Este modelo DBL permite objetivamente conocer cuándo y bajo qué tipos de acciones musculares el % DBL o el % FBL tienen presencia. Las evidencias de los datos presentados aquí con las características de la muestra indican que en los saltos ABK y CMJ se denota la existencia del DBL en forma diferente en cada salto, en cada criterio y en un mayor déficit en lo referente a la potencia mecánica máxima indirecta. La facilitación bilateral (%FBL) toma presencia en la aplicación del concepto en el Pico de la fuerza isométrica máxima (FISOmax) en ambos miembros superior e inferior. Cuando la tasa del Pico de la fuerza isométrica máxima (tasa FISOmax) es determinada nuevamente el % DBL se hace evidente pero con mayores valores.

Existe una correlación casi perfecta entre el % DBL en términos de altura saltada y el de la potencia mecánica máxima indirecta en los saltos ABK y CMJ. La relación bidireccional entre el % DBL del salto ABK es alta con respecto al % DBL de la potencia mecánica estimada y con el pico de la fuerza isométrica máxima en extensión de piernas. La relación salto y fuerza isométrica máxima dentro de las características de este estudio es significativa. La relación entre el % DBL del pico y el % DBL de la tasa de desarrollo de la fuerza isométrica máxima en los miembros inferiores (Extensión de piernas) y los superiores (Extensión de Brazos) no es significativa,

IMPLICACIONES PRÁCTICAS

- De acuerdo a los datos encontrados y discutidos en este estudio investigativo se puede realizar un traslado al campo de la práctica en los siguientes aspectos:
- Al reconocer la existencia del fenómeno del déficit o facilitación bilateral (DBL o FBL) en los futbolistas puede considerarse este como un indicador neuromuscular de la respuesta orgánica a la contracción musculo esquelética ante ambos requerimientos de unilateralidad y bilateralidad. De esta forma el protocolo aquí presentado puede ser repetido en la valoración, seguimiento y estado final de esta condición neuromuscular.
- A los preparadores físicos, médicos del deporte , fisioterapeutas y educadores físicos esta valoración el protocolo les puede servir como un agente de monitoreo de las condiciones de dominancia de potencia unilateral al reconocer cual miembro inferior es más potente y cual debe tener un entrenamiento especializado para que exista una simetría en los esfuerzos en las manifestaciones de la fuerza explosiva
- La idea fundamental es ir reduciendo el Déficit Bilateral a través de un entrenamiento especializado de la fuerza explosiva (Potencia mecánica) hasta obtener un jugador que sea un facilitador bilateral. Esta última sería considerada como la condición ideal de un jugador en materia de potencia muscular
- Cada posición de juego en el futbol y probablemente por las exigencias de carga de cada jugador podrían tener sus propios estándares de DBL o FBL

RECOMNEDACIONES FUTURAS

Las siguientes afirmaciones pueden ser consideradas como parte de la evolución que podría proyectar los resultados de este estudio hacia un futuro:

- Extender estos estudios a un número mayor de equipos profesionales en Latinoamérica que incluyan jugadores sub 17, sub 20 y mayores
- Comparar la evolución del DBL o FBL de los jugadores con otras pruebas de medición y análisis de fuerza explosiva (velocidad corta, pliometria etc.)
- Encontrar la relación entre los niveles del DBL o FBL y el estado de eficiencia técnica y táctica de los futbolistas
- Realizar mediciones de potencia y de fuerza explosiva en miembros inferiores con los protocolos propuestos en esta investigación utilizando una tecnología más directa que implique datos sobre la historia de la fuerza, picos de potencia versus tiempo de exposición, comportamiento uni y bilateral y velocidad y aceleración

RECONOCIMIENTOS

Los autores de este estudio expresan su reconocimiento formal a la Federación Colombiana de Futbol, al cuerpo técnico, profesionales de la salud y a los jugadores de la selección Sub-20 (2007-2008) por su colaboración y aceptación de este tipo de estudios científicos. A la facultad de Salud de la Universidad Tecnológica de Pereira y en especial a la unidad medico deportiva y de salud ocupacional (Laboratorio del Movimiento Humano) del programa de Ciencias del Deporte y La Recreación por sus aportes y colaboración logística en esta investigación. Al Instituto de Investigaciones & Soluciones Biomecánicas por su apoyo técnico científico en este estudio.

REFERENCIAS

1. Acero J (2007). Protocolo experimental modelo DBL: ABK, CMJ, PMmi y FISOMAX. *Instituto de investigaciones y Soluciones biomecánicas, Cali , Colombia*
2. Acero J (2008). Software de Interpretaciòn (IT): BIOSALTUS-II&SB. *Instituto de Investigaciones y Soluciones Biomecànicas- Cali-COLOMBIA*
3. Becerra H. y Acero J. 2005 (2005). El Fenómeno del Déficit Bilateral (DBL) una Aproximación a su Recorrido Histórico. *Journal CLON-Universidad De Pamplona. Vol 3:2 pgs 82-97*
4. Bobbert, M. W. de Graaf, W. , Jonk, J.1, and Casius, R (2005). Explanation of the bilateral deficit in human vertical squat jumping. *J Appl Physio doi: 10.1152*
5. Bosco, C (1994). La valoración de la fuerza con el test de Bosco. *Ed. Paidotribo. Barcelona*
6. Behm D, Power K, Drinkwater J (2003). Muscle activation is enhanced whit multi and uni- articular bilateral versus unilateral contractions. *Can. J. Appl. Physiol., 28 (1) 38-52*
7. Challis, J (1998). An Investigation of the Influence of Bi-lateral Deficit on Human Jumping. *Journal Hum Mov, 572,17, 01-19*
8. Harman, E.A., Rosenstein, M.T., Frykman, P.N., Rosenstein, R.M., and Kraemer, W.J (1991). Estimation of Human Power Output From Vertical Jump. *Journal of Applied Sport Science Research, 5(3), 116-120*
9. Hauptmann, M.; Harre, D (1987). El entrenamiento de la fuerza máxima. *RED, 1 (2): 11-18*
10. Jakobi JM and Chilibeck PD (2001). Bilateral and unilateral contractions: possible differences in maximal voluntary force. *Can J Appl Physiol 26: 12-33*
11. Khodiguian N, Cornwell A, Larges E, DiCaprio A, Hawkins A (2002). Expression of the bilateral deficit during reflexively evoked contractions. *J Appl Physiol, 94:171-178*
12. Li Z, Jacob P, Baker K, Hurley C (1999). Bilateral multi-finger déficit in static pressing task. *ASM Proceedings*
13. Li Z. Latash M. Zatsiorsky V (1998). Force sharing among fingers as a model of the redundancy problem. *Experimental brain research, 3: 276-286*
14. Lieber RL (1993). Skeletal muscle architecture: implications for muscle function and surgical tendon transfer. *J Hand Ther, 6(2):105-13*
15. McGuigan M and Winchester J (2008). The relationship between isometric and dynamic strength in college football players. *J Sports Sci Med; 7:101 105*
16. Oda S, Moritani T (1994). Maximal isometric force and neural activity during bilateral and unilateral elbow flexion in humans. *Eur J Appl Physiol, 69: 240- 243*
17. Reilly T and Doran D (2003). Fitness assessment. *In T. Reilly & A. M. Williams (Eds.), Science and soccer (2nd edn., pp. 21 46)*

London: Routledge
18. Zijdewind I, Kernell D (2001). Bilateral Interactions during Contractions of Intrinsic Hand Muscles. *The Journal of Neurophysiology, 85 (5):1907-1913*

Cita Original

Acero, J, Nieto, C, Larrahondo, R (2008) Estudio del déficit y facilitación bilateral en futbolistas elite sub-20 de Colombia. Revista Médica de Risaralda, ISSN-0122-0667. Vol 14: 2: 15-26