

BIOFEEDBACK ELECTROMIOGRÁFICO EN LA REHABILITACIÓN DE LESIONES DE RODILLA. ESTUDIO DE DOS CASOS EN FUTBOLISTAS PROFESIONALES

Antonio Hernández Mendo
Universidad de Málaga

RESUMEN

El biofeedback electromiográfico (BF-EMG) ha sido utilizado con éxito en el tratamiento de rehabilitación de una amplia gama de trastornos neuromusculares y está sobradamente referenciada en la literatura psicológica. El objetivo del presente trabajo es valorar la efectividad del biofeedback-EMG en la recuperación de dos casos de lesión donde estaba afectada la rodilla. Paralelamente al plan de rehabilitación establecido por los servicios médicos del club, se establece una estrategia de intervención con BF-EMG. Se utiliza un diseño intrasujeto. En cada sesión se registra una línea pre y post que permite determinar la ganancia EMG adquirida. Se realizaron entre cinco y diez sesiones de entrenamiento en días alternos, las cuales estaban precedidas y seguidas de la toma de datos en condiciones de línea base. En cada una de las sesiones se realizaron entre 10 y 12 ensayos de contracción isométrica del vasto externo, recibiendo los sujetos feedback de la actividad-EMG. Los resultados obtenidos evidencian un incremento en la actividad-EMG del vasto externo. Se observó además, que se incorporaron a la disciplina del equipo antes y con niveles parecidos en estados de humor medidos con el POMS.

PALABRAS CLAVE

Biofeedback electromiográfico, rehabilitación neuromuscular, fútbol.

ELECTROMYOGRAPHIC BIOFEEDBACK IN THE REHABILITATION OF KNEE INJURIES.
TWO CASE STUDIES OF PROFESSIONAL SOCCER PLAYERS

ABSTRACT

The electromyographic biofeedback (BF-EMG) has been used successfully in the rehabilitation treatment of a wide range of neuromuscular disorders and is amply referenced in the psychological literature. The aim of this study is to assess the effectiveness of biofeedback-EMG in the recovery of two cases of injury where the knee was affected. In parallel with the rehabilitation plan set by the club's medical services, establishing an intervention strategy with BF-EMG. Subject design is used. In each session there is a pre and post online that helps determine the profit gained EMG. Were performed between five and ten training sessions on alternate days, which were preceded and followed by data collection at baseline conditions. In each of the sessions were conducted between 10 and 12 trials of isometric contraction of the vastus lateralis, receiving feedback subject-EMG activity. The results show an increase in the activity-EMG of vastus lateralis. It was noted also that joined the team prior discipline and similar levels in mood states as measured by the POMS

KEY WORDS

Electromyographic biofeedback, neuromuscular rehabilitation, soccer.

INTRODUCCIÓN

La rodilla es, debido a su función de estructura de carga y a su carácter intrínsecamente inestable, una de las articulaciones más vulnerables en el curso de las actividades deportivas, proporcionando su complejidad una gran variedad de situaciones clínicas con las consiguientes dificultades de diagnóstico de las mismas.

Las lesiones deportivas afectan con mayor frecuencia a las extremidades inferiores, en porcentajes que oscilan entre el 50 y el 86 % (Garrick & Requa, 1988; Mummery, Spence, Vincenten & Voaklander, 1998), siendo las articulaciones del tobillo y la rodilla las más involucradas. La rodilla presenta un porcentaje ligeramente superior (24,1 %), que el tobillo (22,3 %), (Moreno Pascual, Rodríguez Pérez y Seco Calvo, 2008; Sánchez y Gómez, 2009).

La utilización BF-EMG en la rehabilitación ha sido profusamente referenciada (Basmajian, 1963; Miller, 1978; Sprenger, Carlson y Wessman, 1979; Krebs, 1981 Carrobles y Godoy, 1987; Simón, 1989, 1991, 1992, Labrador, 1987, Vallejo, 1984; Vila, 1981; Hernández Mendo, 2009). Igualmente ha sido demostrada su eficacia frente a otros tratamientos (Flor & Birbaumer, 1993). Diversos Estudios sobre BF-EMG indican que los pacientes que sufren de déficit sensoriomotor, volitivamente puede controlar la activación de la musculatura y se vuelven más conscientes de su propia señal EMG (Huang, Wolf & He, 2006).

En la clásica revisión de Inglis, Campbell & Donald (1976) se considera que la actividad BF-EMG permite el control de la musculatura estriada y que existen tres tipos de estudios que muestran la importancia del BF-EMG para el control muscular.

1. El uso del BF-EMG puede conseguir el control de unidades más pequeñas de la actividad muscular. (Hefferline, 1958; Harrison y Mortenson, 1962 y Basmajian, 1963).
2. A través del uso del BF-EMG es posible mejorar el control de la actividad involuntaria de la musculatura voluntaria.
3. A través del uso del BF-EMG se puede mejorar o restaurar el uso intencional de los músculos estriados.

En este trabajo se abordan dos cuestiones relevantes, (1) utilización de la Teoría de la Generalizabilidad (TG) para garantizar que la estructura muestral de los datos sea precisa, válida y fiable; y, (2) estimación de la eficacia del uso del BF-EMG en futbolistas profesionales, planteándose como meta terapéutica el logro de, cuando menos, una capacidad funcional semejante a la del miembro no intervenido.

El uso de la TG es de suma importancia ya que permite abordar el pragmatismo en la intervención psicológica desde una óptica metodológica, y resolver el enfrentamiento existente entre los diseños de intervención de investigación frente a la intervención psicológica aplicada (Hernández Mendo, 2009). Esta cuestión se presenta en los equipos deportivos profesionales, donde la optimización de los tiempos aparece como una variable de máximo interés en la toma de decisiones sobre estrategias de intervención. La TG asume que cualquier situación posee múltiples *facetas* de variación. Se asume por tanto que se trata de una teoría de los errores multifaceta, cuyo objetivo es desglosar, en cualquier tipo de medición, la variabilidad real de la variabilidad error. La aplicación de esta teoría permite estimar el grado de generalización de un diseño de medida con condiciones particulares a un valor teórico buscado. El coeficiente de generalizabilidad permite estimar el ajuste de la media observada a la media de todas las observaciones posibles. Además la TG estima la fiabilidad y los márgenes de error correspondiente (Blanco Villaseñor, Castellano y Hernández Mendo, 2000). Con el fin de justificar la validez de esta intervención se llevó a cabo un análisis de generalizabilidad. Este análisis se realizó con la actividad EMG promediada y con la actividad máxima, considerando cuatro diseños para cada uno de los tipos de actividad EMG considerados. En todos se calcula la fiabilidad y generalizabilidad, (1) en el primero, se estiman estos índices para los participantes (P) a partir de las sesiones (I) y del tipo de ensayos –de línea base (LB) o Feedback- (E) y del número de ensayos (N), modelo [IEN/P]. (2) En el segundo, se estiman las sesiones (I) a partir

de los participantes (P), el tipo de ensayos –de LB o Feedback- (E) y del número de ensayos (N), modelo [PEN/I]. (3) En el tercero, se estima el tipo de ensayos (E) a partir de las sesiones, (I) los participantes (P) y del número de ensayos (N), modelo [PIN/E]. (4) En el cuarto, se estima el número de ensayos (N) a partir de los participantes (P), el número de sesiones (I) y el tipo de ensayos(E), modelo [PIE/N]

En relación al segundo aspecto abordado en este trabajo, a pesar del uso generalizado del BF-EMG, apenas existen informes sobre su aplicación en el ámbito del deporte profesional (Hernández Mendo, 2009; Hernández Mendo y Morales Sánchez, 2010). Esta cuestión no es baladí, pues representa la oportunidad del psicólogo de trabajar en un área interdisciplinar como es la rehabilitación, no solo a través de las variables y constructos más clásicos desde el punto de vista psicológico, también utilizando una técnica que ha demostrado su eficacia. Esta orientación permite colaborar con los Servicios Médicos de los equipos deportivos aportando una técnica (el BF-EMG) que puede ser complementado con otras más clásicas tanto médicas como psicológicas.

El tratamiento en estos dos casos está orientado a restaurar la capacidad funcional del cuádriceps y mejorar su trofismo, generalmente mediante la retroalimentación de la actividad-EMG del mismo durante contracción isométrica.

Un aspecto relevante, en la valoración del biofeedback, es demostrar que la retroalimentación EMG tiene un papel específico sobre la restauración de la capacidad funcional, más allá de la que podría obtenerse con la mera realización escalonada y graduada de ejercicios físicos de tensión isométrica, característicos de la terapia física convencional en este ámbito.

METODO

Participantes

Se trata de dos futbolistas profesionales de la Liga Española de Fútbol de 29 y 33 años respectivamente. Ambos presentan diagnóstico de rotura de menisco en la pierna derecha. Como consecuencia son sometidos a sendas intervenciones quirúrgicas antes del presente estudio. Antes de ser sometidos a tratamiento de BF-EMG, recibieron rehabilitación de acuerdo a las prescripciones de los Servicios Médicos del club y practicaron ejercicios de recuperación funcional. Además del tratamiento de BF-EMG, realizan sesiones de rehabilitación física.

Material

El registro de la señal se realizó utilizando una unidad de biofeedback *ProComp Infiniti* de 8 canales de la marca Thought Technology con una velocidad de muestreo entre 256m/s y 2048m/s. Esta unidad está compuesta de una Unidad Decodificadora y de una Unidad Interface TT-USB conectados por un cable de fibra óptica (Ver figura 1). Se utilizaron un tipo de electrodos colocados en una unidad *MyoScan-Pro* y electrodos individuales. La colocación se realizó siguiendo la distribución anatómica del músculo.



Figura 1. Unidad de biofeedback *ProComp Infiniti* de 8 canales de la marca Thought Technology, *MyoScan-Pro* y electrodos para BF-EMG

Se utilizaron los siguientes paquetes estadísticos SPSS v.18 para el cálculo de descriptivos y ANOVA, SAS (Schlotzhauer y Littell, 1997; SAS Institute Inc., 1999) para el análisis de componentes de varianza, EduG 5.0 (Cardinet, Johnson & Pini, 2010) para el análisis de Generalizabilidad y programa Excel de Microsoft® para la elaboración de gráficos. El uso del cuestionarios POMS (McNair, Lorr & Droppleman, 1971) se realiza a través de la plataforma MENPAS (www.menpas.com) (González Ruiz, Hernández Mendo y Pastrana Brincones, 2010)

Procedimiento.

El primer jugador realizó 6 sesiones de entrenamiento de BF-EMG, mientras el segundo realizó 10 sesiones de entrenamiento, ambos en días alternos. Todas las sesiones estaban precedidas y seguidas de la toma de datos en condiciones de línea base. En cada una de las sesiones se realizaron entre 6 y 12 ensayos de contracción isométrica del vasto (en función de la disponibilidad horaria), recibiendo el sujeto feedback de la actividad-EMG.

Durante la contracción isométrica de máximo esfuerzo, el software asociado a la unidad de biofeedback recoge medidas de la amplitud de la señal y de los tiempos de contracción y endurecimiento. El tiempo de contracción se definió como el intervalo entre el inicio de la contracción y la consecución de la tensión muscular deseada, mientras que el tiempo de endurecimiento se consideró como el intervalo en que se mantiene la tensión alcanzada voluntariamente (Solé y Moliner, 1988). La duración del tiempo de endurecimiento depende de la tensión conseguida en el tiempo de contracción, de tal forma que si ésta es máxima, el tiempo de endurecimiento será corto, mientras que si es reducida el tiempo puede ser incluso indefinido.

Debido a la estrecha relación existente entre el ángulo de la articulación de la rodilla y actividad-EMG máxima del cuádriceps (Krebs y cols., 1983) -la efectividad de este grupo muscular se pone especialmente de manifiesto cuando la rodilla se aproxima a la extensión completa-, en todos los ensayos los futbolistas permanecieron en posición de sedestación, con las piernas descansando sobre una silla y ambas rodillas en extensión.

A las dos semanas de finalizar la intervención se llevó a cabo una sesión de seguimiento para evaluar el nivel de mantenimiento de los efectos alcanzados.

RESULTADOS

Los resultados obtenidos evidencian un marcado incremento en la actividad-EMG máxima y media del cuádriceps derecho durante contracción isométrica a lo largo de la intervención. Como se observa en la figura 1 y 2, la actividad-EMG se incrementa de forma consistente en cada ensayo de cada sesión terapéutica. Se observa una tendencia claramente ascendente entre: (1) los ensayos con feedback a medida que transcurren las sesiones; (2) ensayos de línea base pre; (3) ensayos de línea base post; (4) entre los ensayos de línea base pre y post dentro de la misma sesión. Esto último resulta indicativo de una progresiva ganancia de control bajo condiciones de no feedback.

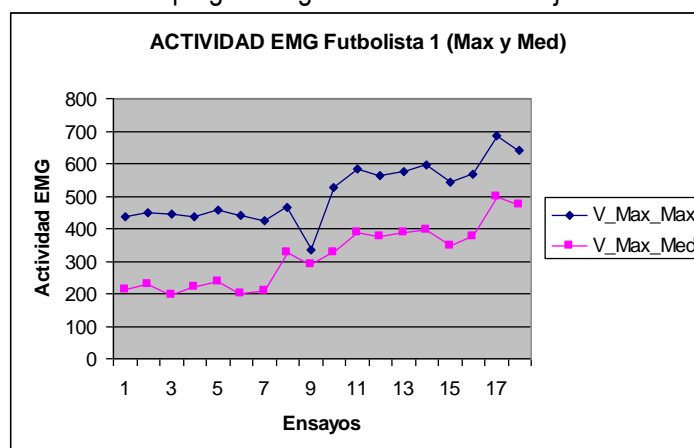


Figura 2. Actividad EMG Media y Máxima en función de los ensayos Fútbolista 1.

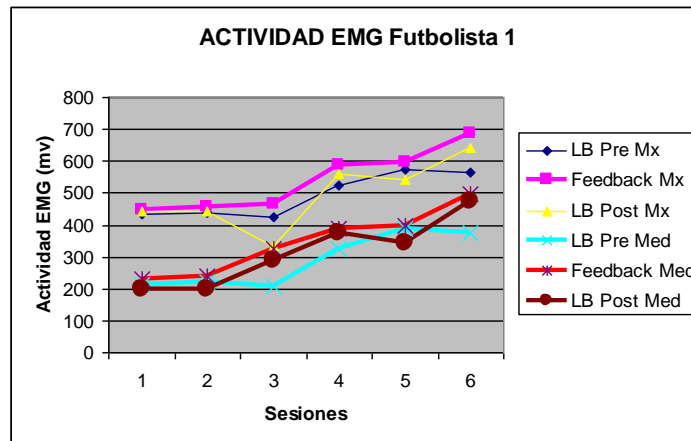


Figura 3. Actividad EMG Media y Máxima de línea base pre/post y ensayos con feedback

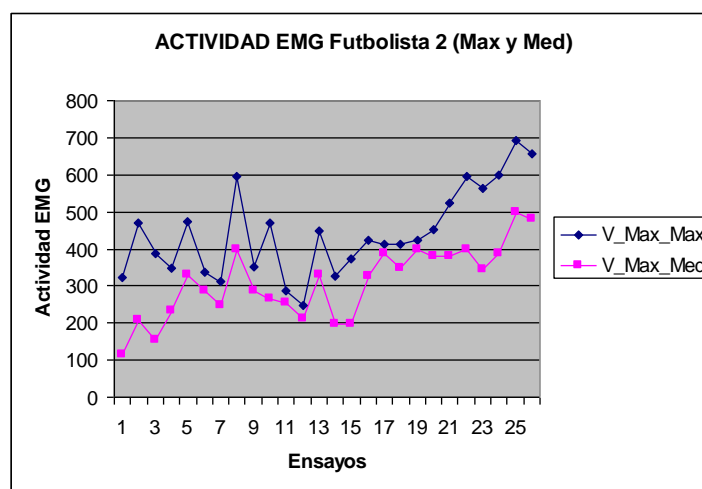


Figura 4. Actividad EMG Media y Máxima en función de los ensayos Futbolista 2.

Igualmente, la efectividad del biofeedback-EMG parece superior a la mostrada por la mera realización de ejercicios isométricos sin retroalimentación, por lo que la práctica guiada y orientada mediante feedback presenta un papel específico (ver figura 2).

Progresivamente, la diferencia de actividad entre el miembro derecho y el izquierdo disminuye, existiendo al final de la intervención una actividad ligeramente superior en la pierna intervenida. El seguimiento efectuado a las dos semanas de finalizar la intervención refleja un mantenimiento de los efectos alcanzados, superando ambos sujeto el nivel de 1 mv.

De las diversas etapas de la contracción muscular isométrica examinadas, es el tiempo de contracción el que refleja variaciones más significativas a lo largo de la intervención (en un intervalo temporal más breve se alcanza una tensión mayor).

Se realiza un análisis de componentes de variancia utilizando un procedimiento de máxima verosimilitud (GLM), con el objetivo de determinar si los modelos propuestos son significativos y determinar el porcentaje de variancia explicada. Como se puede comprobar tanto para el modelo propuesto de actividad EMG máxima como promediada, ambos son significativos, con un error residual bajo y una variancia explicada entre el 95% y el 93%. La mayoría de la facetas también son significativas y no lo resultan la mayoría de las interacciones (ver tabla 1 y 2).

Tabla 1. Componentes de Variancia con EMG máxima

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	142	1788437.287	12594.629	5.86	<.0001
Error	42	90336.658	2150.873		
Total correcto	184	1878773.946			
	R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	y1 Media	
	0.951917	10.97406	46.37750	422.6102	
			Cuadrado Medio		
Fuente	DF	Tipo I SS		F-Valor	Pr > F
p	1	220100.3221	220100.3221	102.33	<.0001
i	9	764936.8150	84992.9794	39.52	<.0001
p*i	5	223305.2764	44661.0553	20.76	<.0001
e	1	154625.1987	154625.1987	71.89	<.0001
p*e	1	31959.3724	31959.3724	14.86	0.0004
i*e	9	85302.1447	9478.0161	4.41	0.0004
p*i*e	5	7747.0805	1549.4161	0.72	0.6118
n	9	21682.3614	2409.1513	1.12	0.3703
p*n	5	16608.2370	3321.6474	1.54	0.1969
i*n	45	150920.9817	3353.7996	1.56	0.0746
p*i*n	22	42592.0330	1936.0015	0.90	0.5948
e*n	2	20152.4886	10076.2443	4.68	0.0146
p*e*n	2	589.7782	294.8891	0.14	0.8723
i*e*n	18	39061.5162	2170.0842	1.01	0.4699
p*i*e*n	8	8853.6817	1106.7102	0.51	0.8386

Tabla 2. Componentes de Variancia con EMG media

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	142	1170125.304	8240.319	4.43	<.0001
Error	42	78205.973	1862.047		
Total correcto	184	1248331.277			
	R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	y2 Media	
	0.937352	16.05671	43.15144	268.7440	
Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado Medio	F-Valor	Pr > F
p	1	6611.4390	6611.4390	3.55	0.0665
i	9	664885.8401	73876.2045	39.67	<.0001
p*i	5	107322.7186	21464.5437	11.53	<.0001
e	1	75017.5021	75017.5021	40.29	<.0001
p*e	1	6647.4494	6647.4494	3.57	0.0657
i*e	9	53678.0408	5964.2268	3.20	0.0049
p*i*e	5	25991.2090	5198.2418	2.79	0.0289
n	9	17173.2046	1908.1338	1.02	0.4366
p*n	5	4469.7728	893.9546	0.48	0.7891
i*n	45	107091.2628	2379.8058	1.28	0.2123
p*i*n	22	22367.5539	1016.7070	0.55	0.9351
e*n	2	14309.8778	7154.9389	3.84	0.0293
p*e*n	2	1097.1871	548.5936	0.29	0.7463
i*e*n	18	52965.2664	2942.5148	1.58	0.1107
p*i*e*n	8	10496.9797	1312.1225	0.70	0.6856

Se realiza un ANOVA y se comprueba que existen diferencias significativas entre los ensayos de línea base y los ensayos con feedback, tanto para las actividad EMG máxima como para la media (Ver tabla 3 y 4). Igualmente se realiza un ANOVA para cada jugador (considerando el total de la señal tanto de ensayos de línea base como ensayos con feedback), previamente se comprueba la normalidad de ambas muestras, en el caso del futbolista 2 se encuentra que tanto para la señal EMG máxima como para la media, existen diferencias significativas entre los ensayos de línea base y los de feedback. En el caso del futbolista 1 solo se encuentran estas diferencias en la señal EMG media.

Tabla 3. ANOVA para medias y máximos entre ensayos de línea base y ensayos con feedback

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
max	Inter-grupos	223476,293	1	223476,293	24,706	,000
	Intra-grupos	1655297,653	183	9045,342		
	Total	1878773,946	184			
media	Inter-grupos	111699,169	1	111699,169	17,984	,000
	Intra-grupos	1136632,108	183	6211,104		
	Total	1248331,277	184			

Tabla 4. ANOVA para medias y máximos entre ensayos de línea base y ensayos con feedback en el primer futbolista.

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
max	Inter-grupos	23016,512	1	23016,512	3,881	,053
	Intra-grupos	415110,823	70	5930,155		
	Total	438127,335	71			
media	Inter-grupos	25352,649	1	25352,649	4,378	,040
	Intra-grupos	405369,892	70	5790,998		
	Total	430722,542	71			

Tabla 5. ANOVA para medias y máximos entre ensayos de línea base y ensayos con feedback en el segundo futbolista.

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
max	Inter-grupos	238193,374	1	238193,374	26,914	,000
	Intra-grupos	982352,915	111	8850,026		
	Total	1220546,289	112			
media	Inter-grupos	90787,677	1	90787,677	13,992	,000
	Intra-grupos	720209,619	111	6488,375		
	Total	810997,296	112			

Los resultados del análisis de Generalizabilidad (ver tabla 6), demuestran que la proporción de variancia está distribuida entre las facetas. La faceta que más variancia explica tanto en actividad EMG máxima como promediada son las sesiones (I) con un 22,9% y 43,9%, después la interacción de los participantes con las sesiones (PI, 21,3% y 13,4%). Todos los modelos planteados son fiables, oscilan entre 0,74 y 0,98. En cuanto a la generalización los modelos [PIE/N] son los que presentan un índice de Generalizabilidad más alto (0,98). El resto, a excepción de [PEN/I] que presenta 0,59, están cercanos 0,90 que sería un índice satisfactorio de generalización.

Tabla 6. Análisis de Generalizabilidad

Facetas	% Variancia			
	Actividad EMG maxima	Actividad EMG media		
P	14,8	0,0		
I	22,9	43,9		
E	10,2	9,7		
N	0,0	0,0		
PI	21,3	13,4		
PE	5,6	1,1		
PN	1,2	0,3		
IE	7,5	3,8		
IN	4,4	3,9		
EN	1,6	1,4		
PIE	1,4	8,3		
PIN	3,8	2,2		
PEN	0,0	0,0		
IEN	3,4	7,9		
PIEN	2,0	3,9		
	Coef. G relativo (Fiabilidad)	Coef. G absoluto (Generalizab)	Coef. G relativo (Fiabilidad)	Coef. G absoluto (Generalizab)
IEN/P	0,74	0,67	0,83	0,83
PEN/I	0,88	0,83	0,74	0,59
PIN/E	0,86	0,81	0,83	0,78
PIE/N	0,98	0,98	0,98	0,98

Los resultados del POMS aparecen recogidos en la tabla 7, después de la intervención con BF-EMG, en los dos casos, se puede comprobar como el perfil iceberg propuesto por Morgan (Morgan, Costi11, Flynn, Raglin & O'Connor, 1988) como ideal para predecir una buena ejecución deportiva, reaparece al finalizar la intervención con BF-EMG.

Tabla 7. Puntuaciones POMS ambos futbolistas antes de la lesión, durante y después.

		Tensión	Depresión	Ansiedad	Vigor	Fatiga	Confusión
Futbol. 1	antes	33	40	37	68	35	30
	lesión	51	60	73	46	54	52
	después	30	42	40	69	35	30
Futbol. 2	antes	32	41	35	70	35	30
	lesión	60	55	75	43	54	52
	después	33	40	35	70	35	30

DISCUSIÓN

Los resultados del presente caso muestran la utilidad del biofeedback-EMG en la reeducación neuromuscular después de menisectomía derecha. Dada la alta frecuencia de aparición de lesiones meniscales en la práctica deportiva, y a tenor de la adecuación del procedimiento utilizado a las exigencias de la rehabilitación post-operatoria, resultaría de interés un estudio más pormenorizado de sus efectos, tras lo cual podría plantearse su inclusión en los protocolos terapéuticos utilizados en este ámbito.

Se comprueba, a través de los análisis de varianza y de Generalizabilidad, que este tipo de intervención demuestra su eficacia frente a la simple realización de ejercicios de rehabilitación

(resultados de componentes de variancia y ANOVA). Se demuestra también la fiabilidad y validez de las estructuras numéricas aportadas por la intervención y utilizadas en el análisis (análisis de Generalizabilidad) y como se restablecen los estados de humor para una ejecución deportiva óptima.

REFERENCIAS

- Basmajian, J.V. (1963). Control and training of individual motor units. *Science*, 141, 440-441.
- Blanco Villaseñor, A, Castellano, J. y Hernandez Mendo, A. (2000). Generalización de las observaciones de la acción del juego en el fútbol. *Psicothema*, 12 (2 supl) 81-86.
- Cardinet, J., Jonson, S. & Pini, G. (2010). *Applying Generalizability Theory using EduG*. New York: Routledge Academic.
- Flor, H.& Birbaumer, N.(1993). Comparison of the efficacy of electromyographic biofeedback, cognitive-behavioral therapy, and conservative medical interventions in the treatment of chronic musculoskeletal pain. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 61, 653-658.
- Garrick JG, Requa RK. (1988). Epidemiology of foot and ankle injuries in sports. *Clin Sports Med*. 7:29-36.
- González Ruiz, S. L., Hernández Mendo, A., Pastrana Brincones, J.L. (2010). Herramienta software para la evaluación psicosocial de deportistas y entornos deportivos. *Lecturas: EF y Deportes. Revista Digital*, 15(144), mayo. <http://www.efdeportes.com/efd144/evaluacion-psicosocial-de-deportistas.htm> [Consulta: 29 de mayo de 2010].
- Harrison, V.F., & mortenson, O.A. (1962). Identification and voluntary control of single motor unit activity in the tibialis anterior muscle. *Anatomical Record*, 144, 109-116.
- Hefferline, R.F. (1958). The role of proprioception in the control of behavior. *Transactions of the New York Academy of Sciences*, 20, 739-764.
- Hernández Mendo, A. (2009). Efectividad del Biofeedback Electromiográfico en la rehabilitación de lesiones deportivas. Un caso de fractura radio. *Revista de psicología general y aplicada*, 62, (1-2), 83-89.
- Hernández Mendo, A. y Morales Sánchez (2010). Psicología y fútbol profesional: caracterización de un reto pendiente. *Apuntes de Psicología*, 28(2), 237-262.
- Huang, H., Wolf, S.L & He, J. (2006). Recent developments in biofeedback for neuromotor rehabilitation. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 3:11 doi:10.1186/1743-0003-3-11.
- Inglis, J., Campbell, D. & Donald, M. W. (1976). Electromyographic biofeedback and neuromuscular rehabilitation. *Canadian Journal of Behavioural Science*. 8(4), 299-323.
- Krebs, D. E. (1981). Clinical electromyographic feedback following meniscectomy. A multiple regression experimental analysis. *Physical Therapy*, 61, 1017-1021.
- Krebs, D. E.; Staples, W. H.; Cuttita, D. y Zickel, R. E. (1983). Knee joint angle: Its relationship to quadriceps femoris activity in normal and postarthrotomy limbs. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 64, 441-447.
- McNair, D. M., Lorr, M., & Droppleman, L. F. (1971). *Profile of mood states manual*. San Diego: Educational and Industrial Testing Service.
- Moreno Pascual, C., Rodríguez Pérez, V. y Seco Calvo, J. (2008). Epidemiología de las lesiones deportivas. *Fisioterapia*, 30(1), 40-48.
- Morgan, W. P., Costi1l, D. L., Flynn, M. G., Raglin, J. S., & O'Connor, P. J. (1988). Mood disturbance following increased training in swimmers. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 20, 408-414.

- Mummery WK, Spence JC, Vincenten JA, Voaklander DC. (1998). A descriptive epidemiology of sport and recreation injuries in a population-based sample: Results from the Alberta Sport and Recreation Injury Survey (ASRIS). *Canadian J Public Health*.89:53-6.
- Sánchez, F. y Gómez, A. (2009). Epidemiología de las lesiones deportivas en baloncesto. *Cuadernos de Psicología del Deporte*, 9(Supple), 61.
- Schlotzhauer, S. D. y Littell, R.C. (1997). *System for elementary statistical analysis*. 2. Ed. SAS Institute Inc. Cary. N.C. USA.
- Solé, V. y Moliner, L. (1988). Metodología para el estudio de la fatiga y la contracción muscular. *Rehabilitación*, 22, 37-50.
- Sprenger, C. K.; Carlson, K. y Wessman, H. C. (1979). Application of electromyographic biofeedback following medial meniscectomy. *Physical Therapy*, 59, 167-169.
- Williams, J. G. (1989). *Atlas en Color sobre Lesiones en el Deporte*. Barcelona: Harofarma.