

**Evaluación del retorno deportivo post lesión de ligamento cruzado anterior.
Hacia un nuevo enfoque en el análisis del movimiento.**

Martínez, Antonio (UNLP - martinezantonio.pf@gmail.com);

Pascuas, Sebastián, (UNLP - sjpascuas@gmail.com);

Pérez, Agustín (UNLP - a.perez@outlook.com.ar).

RESUMEN

Actualmente existe una brecha entre el alta clínica-médica y el alta deportiva, pudiéndose detectar fracasos en el retorno a la práctica deportiva específica (Retorno Deportivo, RD). El Profesor en Educación Física especializado en el área de readaptación podría tener un rol dentro de esta brecha vinculando ambos extremos; seleccionando, diseñando y programando estrategias que tengan como fin el retorno seguro y exitoso de acuerdo a la demanda deportiva específica del sujeto.

El objetivo de la ponencia es realizar una presentación resumida acerca de las herramientas existentes en la bibliografía del campo del médico-deportivo, que pueden ser utilizadas para determinar el RD de manera exitosa y segura, en sujetos que culminan un programa de readaptación física luego de reconstrucción quirúrgica de ligamento cruzado anterior (LCA).

Este enfoque multifactorial tiene como principal premisa, para la determinación del RD, el análisis y valoración de la función del sistema sensoriomotor, “*requisitos frente a demanda*”, más allá de modelos tradicionales basados en la recolección de datos de carácter cuantitativo.

PALABRAS CLAVES: Readaptación - Retorno Deportivo - Enfoque Multifactorial - Control Motor - Reeducción del Movimiento

INTRODUCCIÓN

Todo comienza con una pregunta, con una mirada introspectiva, una crítica hacia la práctica, siempre con el fin de aportar para mejorar la calidad de movimiento (y de vida). Entonces: ¿Cómo el profesor de educación física puede mediante sus saberes / herramientas de la observación del movimiento, desarrollar estrategias para construir un protocolo capaz de analizar y evaluar la posibilidad de retorno deportivo luego de una lesión de LCA y que este se realiza de manera segura y exitosa?

Durante la realización de prácticas deportivas, ya sea de manera profesional o amateur, diversos factores hacen que el riesgo de lesión esté presente. Estos factores pueden ser intrínsecos (genética, características anatómicas y estructurales, neuromecánicos, biomecánicos, hormonales) como de carácter extrínseco (características de del deporte, equipamiento utilizado, entorno). Estos factores pueden analizarse teniendo como punto de partida la idea de *“requisitos frente a demanda”* es decir, requisitos específicos necesarios para la realización de una práctica deportiva determinada; otorgando un marco de control para reducir al mínimo la probabilidad de lesión.

Luego de cada lesión hay un proceso de toma de decisiones que puede tener desde tratamientos conservadores a tratamientos quirúrgicos y que van a ser determinados por el especialista médico.

Si la opción elegida es quirúrgica, el sujeto comenzará a transitar un proceso de rehabilitación-readaptación-reeducación donde intervendrán diversos profesionales (medico/cirujano, kinesiólogo, profesor en educación física, psicólogo); diversos saberes se pondrán en juego, coexistiendo criterios de distinta índole en base a tiempos cronológicos o tiempo funcional; retomando la idea de Calvo Sanz (2017, p163) en su tesis con *“meta en la restauración de la función mediante el entrenamiento específico para la demanda o practica especifica al que desea regresar el alumno”*.

Actualmente no hay un consenso sobre los criterios o indicadores, para el retorno a la actividad sin restricciones, una vez finalizado el proceso de readaptación luego de la intervención quirúrgica para reconstrucción del LCA. Sucede en la actualidad que cada actor en el proceso determina el regreso a la práctica deportiva a partir de sus saberes y/o criterios profesionales. El Profesor en Educación Física que desarrolla su tarea dentro de un marco de readaptación – reeducación del movimiento, tiene en sus manos la tarea final de realizar una progresión de manera exitosa hacia la especificidad de las demandas y darle seguridad al alumno.

Es en este contexto que el Profesor en Educación Física, con formación específica para la valoración de movimiento, a través de la observación pueda realizar su aporte que le permitan extraer datos no solo de índole cuantitativa, sino cualitativa y de este modo justificar criterios funcionales que den bases para el posible retorno deportivo de manera exitosa y segura.

Nuestra propuesta ante esta situación es un nuevo paradigma. Una concepción basada en la idea de una intervención *transdisciplinar* de retorno al deporte continuo y multifactorial basado en criterios optimizados, basado en la toma de decisiones compartida (cirujano/medico, kinesiólogo, profesor en educación física, psicólogo), enfocada en un amplio espectro de resultados sensoriomotores y biomecánicos individuales, dentro de un marco biopsicosocial.

“La transdisciplina (Brandt, et al. 2013) es un esquema de investigación que incluye múltiples disciplinas que no se organizan jerárquicamente (como sí lo hacen en el caso de la interdisciplina), se enfoca en problemas compartidos y en la contribución activa de los participantes fuera del ámbito académico, como tomadores de decisiones.”

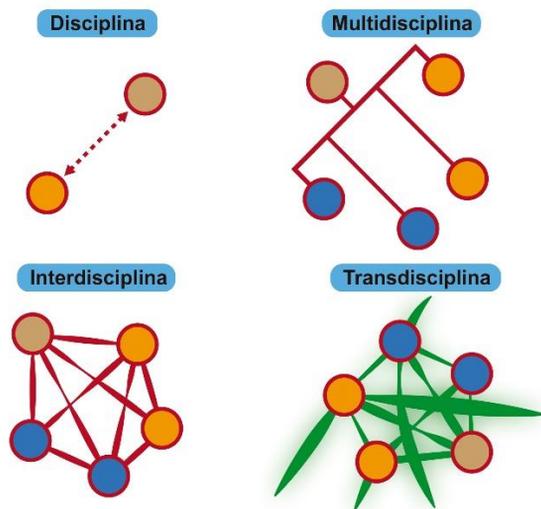


Ilustración 1 – TRANSDISCIPLINA – CREDITOS FIGURA: Andrew Stirling

Esto propone un desafío, que abre varios interrogantes acerca que criterios establecer. En parte, este desafío proviene de la falta de consenso científico actual acerca de cuando una persona puede retornar a su práctica, y a su vez los criterios que se establecen siempre dejan algún factor de lado, ya sea, biológico, funcional o psicológico. Como resultado de esta falta de consenso, la determinación del retorno de manera apresurada puede contribuir a una mayor probabilidad de lesión o reincidencia.

Nos preguntamos:

- ¿Se analiza el deporte específicamente y las demandas motrices de esa práctica?
- ¿La programación y desarrollo de la última fase de readaptación, las capacidades condicionales representan o se acercan a las demandas fisiológicas / metabólicas específicamente?

- ¿Le preguntamos al sujeto como se siente, su estado de ánimo, sus miedos?
- ¿El tiempo posterior a la cirugía como criterio o el “alta médica” mediante evaluación clínica, hace que el sujeto esté en condiciones de hacer un retorno seguro y exitoso?
- ¿Cómo definimos el Retorno Deportivo? ¿Cuándo el retorno es exitoso?
- ¿Puede el Profesor en Educación Física aportar a este proceso?
- Las evaluaciones que realizamos (Hop Test, Evaluación de Índice de Simetría en Fuerza en CCA) y que nos arrojan datos cuantitativos, ¿alcanzan para dar un alta deportiva?

Es por esto que buscamos una práctica transdisciplinar para el desarrollo de un protocolo en conjunto sobre el retorno deportivo. Y de esta manera proponemos una orientación que puede utilizarse como punto de partida para el aporte hacia este protocolo desde la visión del Profesor en Educación Física, comprendiendo el componente fisiopatológico; tratados actuales en cuanto a los objetivos del proceso de rehabilitación de acuerdo a cada etapa; metodologías y estrategias del entrenamiento específico y adaptado en cuanto a la lesión como también desde el lado pedagógico como proceso educativo.

Para este proceso estratégico de retorno no solo vamos a analizar cuestiones cuantitativas, anatómicas o de carácter analítico en cuanto al miembro afectado, si no que vamos a poner en juego cuestiones cualitativas teniendo en cuenta factores biomecánicos, funcionales, que determinan la calidad del patrón movimiento.

RETORNO DEPORTIVO, *RETURN TO PLAY*¹

Los criterios tradicionales y bibliografía del campo del retorno deportivo se centran principalmente en el tiempo posterior a la reconstrucción quirúrgica del LCA.

Dingenen (2017) hace un análisis de varios estudios con sus propuestas que van desde los 4 meses post quirúrgico, posteriores a los 6 meses y recomendaciones cada vez más concluyentes de estimar el tiempo de retorno de entre los 9 y 12 meses posteriores a la cirugía; pero también nombra ciertos autores que a partir de déficits biológicos y funcionales proponen un retraso de la actividad hasta los 2 años. Esta falta de consenso, más diferentes estudios que han estimado que el riesgo de recidiva es mayor antes de los

¹ *Return To Sports (RTS)* o *Return To Play (RTP)* términos utilizados para agrupar publicaciones de divulgación científica.

9 meses hace que debamos pensar una integración con otros criterios que los meramente clínicos; ya suele tomarse como principal certeza la valoración clínica y el tiempo biológico referidos en el “*alta médica*”, dejando de lado la importancia de una interpretación funcional y la determinación de una “*alta deportiva*” o “*alta competitiva*”. Grindem et al. (2016), propone que debe postergarse el RD hasta los 9 meses, incluso en ausencia de alteraciones de la marcha clínica y funcional.

EVALUACION DEL SISTEMA SENSORIO MOTOR Y CONTROL MOTOR

Un sistema se define específicamente como una agrupación organizada de estructuras relacionadas que realizan ciertas acciones comunes. Los sistemas se organizan jerárquicamente y contribuyen al homeostasis corporal en dominios específicos- jerarquía de movimiento. El termino sistema “sensoriomotor” es utilizado para definir el sistema funcional del movimiento humano (Janda, 1977). El sistema muscular a menudo refleja el estado del sistema sensoriomotor: cambios dentro de una parte del sistema se verán reflejados por compensaciones o adaptaciones en otros lugares dentro del sistema debido a un intento del cuerpo por recuperar la homeostasis a partir del desequilibrio muscular (Panjabi, 1992). El desequilibrio muscular se puede presentar de diferentes maneras: la compensación es una de las primeras manifestaciones de este desbalance, alterando los patrones básicos de movimiento. A medida que pasa el tiempo, el patrón alterado se centraliza en el Sistema Nervioso Central (SNC) generando un ciclo vicioso de sustitución sinérgica que involucra la relación entre el SNC y el Sistema Nervioso Periférico (SNP).

Esta compensación está vinculada entre otras presentaciones del patrón motor disfuncional, con la latencia de inicio de la activación muscular, acción que obliga al sistema motor a buscar engramas ya preestablecidos para resolver la demanda solicitada. En este contexto – sujetos con lesión de LCA – vemos la necesidad de sumar, al protocolo de evaluación para RD, valoración de disfunciones en los patrones de movimiento básicos, que más allá de la condición cuantitativa de los actores principales (músculos específicos), pueden quedar alteradas la acciones que permiten la adecuada coordinación, inicio y tiempo de activación, del patrón funcional.

PROPUESTA DE EVALUACION DEL SISTEMA SENSORIOMOTOR

Se evalúa la secuencia de activación de todos los sinergistas involucrados en el movimiento. La iniciación del movimiento es más importante que la finalización del

mismo. El entendimiento de la calidad y control del patrón de movimiento es imperativo dado que sus características perpetúan el estrés adverso en núcleos articulares. Aunque los patrones son individuales por la variabilidad en el control motor, se pueden identificar algunos patrones típicos adversos.

Explicado lo anterior, decidimos introducir la valoración a nuestro proceso de análisis de RD, las siguientes pruebas:

- EXTENSIÓN DE CADERA
- ABDUCCION DE CADERA

EXTENSION DE CADERA: Es una parte importante del ciclo de la marcha. La completa extensión de la cadera activa una mínima inclinación anterior de la pelvis en la marcha con lo que se reduce la demanda y el estrés de la columna lumbar. El patrón se testea en posición prona. Solo se observan los últimos 10-15 grados. Los músculos más importantes que se observan son: Isquiotibiales; Glúteo mayor; Erectores lumbares; Erectores torácicos.

La secuencia ideal de la activación muscular en esta cadena es: 1° Isquiotibiales; 2° Glúteos, 3°Erectores lumbares contralaterales; 4° Erectores dorsales contralaterales.

El primer signo de deterioro del patrón es cuando los erectores espinales ipsilaterales preceden a la activación del lado contralateral. Esto provoca una disminución de la estabilidad pélvica y provoca un aumento de la inclinación anterior de la pelvis, con un aumento del estrés de la zona lumbar. El siguiente paso en el desarrollo de la patología es un aumento de la actividad de los erectores toracolumbares y un retraso en la activación del glúteo mayor, que puede incluso en casos extremos resultar en su inhibición e inactividad.

ABDUCCION DE CADERA: La abducción de la cadera y la estimación de la función de los abductores de la cadera es otro importante examen que muestra importante información acerca de la estabilización de la pelvis en el apoyo unipodal y sobre el grado de desplazamiento de la pelvis y el sobreesfuerzo en los segmentos de la columna lumbar en el plano frontal. La secuencia ideal es: 1° Glúteo Medio; 2° Tensor de la fascia lata; 3° Cuadrado Lumbar.

El patrón patológico muestra la prevalencia del tensor de la fascia lata, mientras que la actividad del glúteo menor está disminuida o incluso ausente. En esta situación, en lugar

de una abducción pura de la cadera aparece un movimiento combinado de: Aducción de cadera - flexión y rotación externa con rotación pélvica usualmente.

Este mecanismo se describe como mecanismo tensor de cadera en abducción.

Peor situación se produce cuando el movimiento se inicia con la actividad física del cuadrado lumbar. En este caso en lugar de estabilizar la pelvis, ésta se ve desplazada hacia arriba y aumenta el estrés de la zona lumbar.

EVALUACIONES FUNCIONALES – BATERIA DE TEST

Utilizamos para la evaluación funcional del sujeto, algunas pruebas o batería de test validadas y de confiabilidad que permiten obtener una serie de datos (cuantitativos, objetivos) y que son de ejecución simples y accesibles; y a partir de estos tomamos como referencia diferentes estudios que han construido requisitos o estándares a los cuales debería alcanzar un sujeto para que el retorno sea lo más seguro posible.

Entre la batería de test que utilizamos en nuestro momento de evaluación y análisis se encuentran las siguientes:

1) Pruebas para evaluar estabilidad articular funcional:

- ✓ HOP TEST (Single Hop, Triple Hop, Cross Over, Six Meters Time) y SIDE HOP
- ✓ LANDING ERROR SCORING SYSTEM (LESS)

2) Prueba para la valoración de niveles de fuerza:

- ✓ FUERZA EN CADENA CINETICA ABIERTA EN MAQUINA DE PESO LIBRE

HOP TEST: Dentro de las pruebas para la valoración de la estabilidad articular funcional, el control motor en momentos de saltos y aterrizajes y el Índice de Simetría (IS); se destacan los estudios de Noyes et Al (1991) y Fitzgerald et Al (2001) en su análisis de la batería de Hop Test para evaluar los mecanismos de estabilidad dinámica de la rodilla y de esta manera obtener un IS.

Esta batería de saltos, consiste en ejecutar variables de saltos en búsqueda de distancia – simples, triple, cruzado, tiempo para 6 metros-. A partir de esto se obtiene la distancia alcanzada, y se calcula una ratio entre el miembro de lesión y el no lesionado.

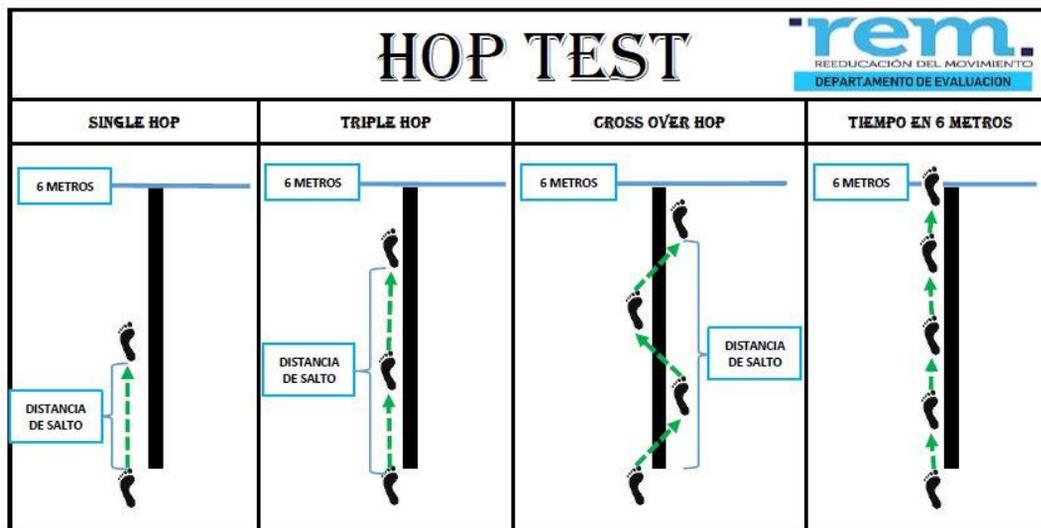


Ilustración 2 - HOP TEST – IMAGEN ADAPTADA DE LOGERSTEAD (2012)

Tradicionalmente se ha considerado como valores de corte seguro para el Índices de Simetría $>85\%$ o 90% para el RD. Thomee R. et Al (2011) fue más específico mediante la división en 2 grandes grupos de acuerdo a requisitos, demanda y situaciones o tipo de deporte.

Esta clasificación la realizo en base a:

- A. Deportes de Contacto + Pivots + Competitivo: para los cuales recomendó un IS 100% para la evaluación relacionada a la fuerza muscular del aparato extensor y flexor de la rodilla; y un IS 90% en al menos 3 de las pruebas que valoran la estabilidad funcional dinámica.
- B. Deportes sin Contacto + Sin pivots + Recreativo: para estos sujetos, el IS para la valoración de fuerza fue determinado en el 90%; y para la batería de test funcionales 90% en una prueba de salto máximo (ejemplo Single Hop) o de resistencia (ejemplo Side Hop).

Más allá del resultado cuantitativo, y si bien esta prueba no hace hincapié en el control neuromuscular, permite observar este punto a analizar para obtener más información y enriquecer la prueba, insistiendo con la premisa de guiarnos por la calidad del movimiento en lo que respecta a la técnica de salto y caída-aterrizaje.

SIDE HOP TEST: El Side Hop, o prueba de salto lateral, se acerca más a una prueba de resistencia. Esta prueba de realizar la mayor cantidad de saltos laterales a un pie en una distancia marcada de 40cm durante 15 segundos; mediante el registro fílmico de numero de saltos, no solo nos permite obtener un IS, sino que nos aporta también la posibilidad

de valorar el posicionamiento del tronco en relación al miembro inferior, teniendo esto como referencia para observar el centrado articular entre la cadera-rodilla-tobillo y detectar momentos de valgo de rodilla que generen mayores tensiones sobre las estructuras ligamentarias-articulares.



Ilustración 3 - SIDE HOP (momento de valgo, control motor alterado)



Ilustración 4 - SIDE HOP (control motor adecuado)

LANDING ERROR SCORE SYSTEM: En relación al LESS, Padua D. (2009), determino que este test específico de la valoración de los patrones de movimiento en relación al salto y aterrizaje podría utilizarse como un indicador válido y confiable para el análisis de la biomecánica de los miembros inferiores en diferentes planos de movimientos. Si bien tiene una planilla de Score con una puntuación objetiva y de acuerdo a esto clasifica en 4 grupos de acuerdo a la técnica de salto y caída, la información cualitativa que brinda es de gran importancia, ya que pueden observarse atentamente los momentos de contacto de los apoyos hasta los momentos de valgo dinámico de rodilla y/o aducción de cadera, siendo estos mecanismos de lesión LCA y otras lesiones que comprometen rodilla.

LANDING ERROR SCORING SYSTEM	
CLASIFICACION DE PUNTAJES OBTENIDOS	
EXCELENTE	< o igual a 4
BUENO	>4 o igual a 5
REGULAR	>5 o igual a 6
POBRE	>6
VALORACION POR ITEMS	
ITEMS 1 A 6	POSICIONAMIENTO DEL TRONCO EN EL MOMENTO DEL CONTACTO INICIAL DE LOS PIES CON EL SUELO
ITEMS 7 A 11	POSICIONAMIENTO DE LOS PIES Y ERRORES VISIBLES AL MOMENTO DEL CONTACTO INICIAL Y AL ESTAR TODO EL PIE APOYADO
ITEMS 12 A 15	EVALUACION DE LA EXTREMIDAD INFERIOR Y TRONCO EN EL MOMENTO DE CONTACTO CON EL SUELO / MOMENTO DE FLEXION Y ANGULO DE RODILLA Y MOMENTO DE VALGO DE RODILLA
ITEMS 16 A 17	ELEMENTOS GLOBALES Y PERCEPCION GENERAL DE CALIDAD DE ATERRIAJE POR EL EVALUADOR



FIGURA N° - PADUA (200)

Ilustración 5 - LANDING ERROR SCORE SYSTEM (LESS) – CLASIFICACION E ITEMS DE VALORACION

• LESS (LANDING ERROR SCORING SYSTEM) - PUNTUACION			
1) Flexión de rodillas en el momento del contacto inicial: >30°		5) Flexión lateral del tronco en el momento del contacto inicial:	
SI (0)	NO (1)	Esternón centrado sobre cadera (0)	Desviación lateral del esternón sobre la cadera (1)
2) Valgo de rodilla en el momento del contacto inicial: rodillas sobre los pies		6) Flexión plantar del tobillo en el momento del contacto inicial: punta a talón	
SI (0)	NO (1)	SI (0)	NO (1)
3) Flexión de la cadera en el momento del contacto inicial: esta flexionada		7) Posición de los pies en el momento del contacto inicial: >30° de rotación externa	
SI (0)	NO (1)	SI (1)	NO (1)
4) Flexión del tronco en el momento del contacto inicial: esta flexionado		8) Posición de los pies en el momento del contacto inicial: >30° de rotación interna	
SI (0)	NO (1)	SI (1)	NO (0)

Ilustración 6 - TABLA DE PUNTUACION LESS 1

9) Ancho de piernas en el momento del contacto inicial: menor ancho que hombros		13) Desplazamiento del valgo de rodilla: >dedo grande del pie	
SI (1)	NO (0)	SI (1)	NO (0)
10) Ancho de piernas en el momento del contacto inicial: mayor ancho de hombros		14) Desplazamiento de la flexión de cadera: flexiona más que en el contacto inicial	
SI (1)	NO (0)	SI (0)	NO (1)
11) Contacto inicial de los pies: simétrico		15) Desplazamiento de la flexión del tronco: flexiona más que en el contacto inicial	
SI (0)	NO (1)	SI (0)	NO (1)
12) Desplazamiento en la flexión de las rodillas: >45°		16) Desplazamiento de las articulaciones:	
SI (0)	NO (1)	SUAVE (0)	NORMAL (1)
		DURO (2)	
		17) Impresión general	
		EXCELENTE (0)	NORMAL (1)
		POBRE (2)	

Ilustración 7 - TABLA DE PUNTUACION LESS 2



Ilustración 8 - LESS (momento de valgo de rodilla + aducción de cadera, alumno con antecedente de 3 semanas de esguince de tobillo derecho previo a la evaluación)



Ilustración 9 - LESS (pronación del pie) - alumno con percepción de inestabilidad en la rodilla izquierda.

VALORACION DE FUERZA

Los niveles de fuerza del aparato extensor y flexor contralaterales y el ratio extensor:flexor para obtener un IS entre ambos miembros es otro criterio que se utiliza. Lo complejo de este punto es que en la bibliografía actual los estudios se basan en la determinación a partir del uso de máquinas isocinética de Cadena Cinética Abierta (CCA), por lo cual existe un gran debate acerca de este punto por la desventaja dada la relevancia o funcionalidad de este modo de valoración.

Como criterio actual, retomamos a Thomee R. (2011) nuevamente siendo más específico de acuerdo a tipo de demanda deportiva:

CRITERIOS / REQUISITOS EN LA VALORACION DE FUERZA		
	DEPORTES DE CONTACTO / PIVOTS / COMPETITIVO	DEPORTES SIN CONTACTO / SIN PIVOTS / RECREATIVOS
IS APARATO EXTENSOR / APARATO EXTENSOR CONTRALATERAL	100%	MAYOR O IGUAL A 90%
IS APARATO FLEXOR / APARATO FLEXOR CONTRALATERAL	100%	MAYOR O IGUAL A 90%
*IS = INDICE DE SIMETRIA		

Ilustración 10 - CRITERIOS / REQUISITOS COMO CORTE RESPECTO AL INDICE DE SIMETRIA (IS) EN LA VALORACION DE FUERZA

Dado las muchas veces la imposibilidad de acceder a una máquina de tipo biocinética, estamos comenzando a estudiar y valorar la fuerza de manera concéntrica en una máquina de peso regulable para estudiar la relación que puede existir entre la fuerza de este tipo con las valoraciones de estabilidad funcional.

SUJETOS BIOPSICOSOCIALES – FACTOR PSICOLOGICO

Un criterio no muy tenido en cuenta, y que no podemos dejar pasar como Profesores en Educación Física, es reconocer al sujeto que tenemos enfrente. Reconocerlo como alumno, que tiene miedos atravesados por el recuerdo, huellas, marcas por el momento de lesión como por haber pasado por un proceso quirúrgico pero que también necesita de la seguridad y confianza para alcanzar su deseo de volver a determinada práctica deportiva. Aquí está también nuestro rol para el cual tenemos herramientas pedagógicas a nuestra disposición.

Lee et al., en 2008 mostró que el miedo a un nuevo accidente o ruptura es la primera causa de no-retorno a un mismo nivel deportivo a cinco años. Para ello, Webster en 2008 desarrolló el ACL-RSI (Anterior Cruciate Ligament - Return to Sport after Injury app disponible en los celulares) de evaluación psicológica que mide a través de doce preguntas aspectos emocionales a nivel postraumático inmediato y a varios meses del posoperatorio, valorando la adaptación al retorno deportivo.

CONCLUSION

Debemos comprender que la función anatómica aislada o un reclutamiento muscular incorrecto, puede desarrollar compensaciones que se van fijando inconscientemente por el sujeto en todos los movimientos realizados. Si esto sucede, resulta una sobrecarga de

ciertos tejidos, dando por resultado un movimiento patológico. Este movimiento patológico es la causa de una serie de déficits de movimiento, déficits de estabilización en determinados segmentos articulares (disfunción en la musculatura estabilizadora de la columna lumbar) que pueden hacer que otro segmento (rodilla, cadera) reciba esta sobrecarga sobre sus estructuras.

Esta presentación es un punto de partida, es un camino que debemos empezar a ahondar por un enfoque transdisciplinar. El Profesor en Educación Física especializado en el área de la readaptación o reeducación tiene en sus herramientas una mirada sobre el movimiento que le puede permitir ser más preciso en la detección de posibles compensaciones, aportar criterios que tengan que ver con el componente funcional del movimiento y de esta manera reducir la probabilidad de lesiones mediante la reeducación de los patrones motores básicos.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Brandt, *et al.* (2013). A Review of Transdisciplinary Research in Sustainability Science. *Ecological Economics* 92:1-15
- Calvo Sanz J., (2017). Análisis de la inhibición muscular artrogénica del cuádriceps posligamentoplastia del ligamento cruzado anterior de rodilla y su repercusión en la función del aparato extensor. En: <http://hdl.handle.net/10803/432780>
- Dingenen, B., & Gokeler, A. (2017). Optimization of the Return-to-Sport Paradigm After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Critical Step Back to Move Forward. *Sports Medicine*, 47, 1487-1500.
- Fitzgerald, G.K., Lephart, S.M., Hwang, J.H., & Wainner, R.S. (2001). Hop tests as predictors of dynamic knee stability. *The Journal of orthopaedic and sports physical therapy*, 31 10, 588-97
- Grindem, H., Snyder-Mackler, L., Moksnes, H., Engebretsen, L., & Risberg, M. A. (2016). Simple decision rules can reduce reinjury risk by 84% after ACL reconstruction: the Delaware-Oslo ACL cohort study. *British journal of sports medicine*, 50(13), 804–808. doi:10.1136/bjsports-2016-096031
- Grindem, Hege & Logerstedt, David & Eitzen, Ingrid & Moksnes, Håvard & J Axe, Michael & Snyder-Mackler, Lynn & Engebretsen, Lars & Risberg, May. (2011). Single-Legged Hop Tests as Predictors of Self-Reported Knee Function in

- Nonoperatively Treated Individuals With Anterior Cruciate Ligament Injury. *The American journal of sports medicine*. 39. 2347-54. 10.1177/0363546511417085.
- Janda V. (1987). Muscles and motor control in low back pain: Assessment and management. In Twomey LT (Ed.) *Physical therapy of the low back*. Churchill Livingstone: New York. Pp. 253-278.
 - Noyes, F.R., Barber, S., & Mangine, R. (1991). Abnormal lower limb symmetry determined by function hop tests after anterior cruciate ligament rupture. *The American journal of sports medicine*, 19 5, 513-8.
 - Padua, D. A., DiStefano, L. J., Beutler, A. I., de la Motte, S. J., DiStefano, M. J., & Marshall, S. W. (2015). The Landing Error Scoring System as a Screening Tool for an Anterior Cruciate Ligament Injury-Prevention Program in Elite-Youth Soccer Athletes. *Journal of athletic training*, 50(6), 589–595. doi:10.4085/1062-6050-50.1.10
 - Panjabi, Manohar. (1993). The Stabilizing System of the Spine. Part I. Function, Dysfunction, Adaptation, and Enhancement. *Journal of spinal disorders*. 5. 383-9; discussion 397. 10.1097/00002517-199212000-00001. Riemann, Bryan & M Lephart, Scott. (2002). The Sensorimotor System, Part I: The Physiologic Basis of Functional Joint Stability. *Journal of athletic training*. 37. 71-9.
 - Sherrington, C. S. (1906). *Yale University Mrs. Hepsa Ely Silliman memorial lectures. The integrative action of the nervous system*. New Haven, CT, US: Yale University Press. Kyritsis, Polyvios. (2014). Return to Sport after Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Literature Review. *journal of novel physiotherapies*. 4. 10.4172/2165-7025.1000193.
 - Thomee, Roland & Kaplan, Yonatan & Kvist, Joanna & Myklebust, Grethe & Risberg, May & Theisen, Daniel & Tsepis, Elias & Werner, Suzanne & Wondrasch, Barbara & Witvrouw, Erik. (2011). Muscle strength and hop performance criteria prior to return to sports after ACL reconstruction. *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy: official journal of the ESSKA*. 19. 1798-805. 10.1007/s00167-011-1669-8.
 - Webster, Kate & Feller, Julian. (2018). Development and Validation of a Short Version of the Anterior Cruciate Ligament Return to Sport After Injury (ACL-RSI)

Scale. Orthopaedic Journal of Sports Medicine. 6. 232596711876376.
10.1177/2325967118763763.

ILUSTRACIONES

Ilustración 1 – TRANSDICIPLINA – CREDITOS FIGURA: Andrew Stirling	3
Ilustración 2 - HOP TEST	8
Ilustración 3 - SIDE HOP (momento de valgo, control motor alterado).....	9
Ilustración 4 - SIDE HOP (control motor adecuado).....	9
Ilustración 5 - LANDING ERROR SCORE SYSTEM (LESS) – CLASIFICACION E ITEMS DE VALORACION	10
Ilustración 6 - TABLA DE PUNTUACION LESS 1	10
Ilustración 7 - TABLA DE PUNTUACION LESS 2	10
Ilustración 8 - LESS (momento de valgo de rodilla + aducción de cadera, alumno con antecedente de 3 semanas de esguince de tobillo derecho previo a la evaluación)	11
Ilustración 9 - LESS (pronación del pie) - alumno con percepción de inestabilidad en la rodilla izquierda.	11
Ilustración 10 - CRITERIOS / REQUISITOS COMO CORTE RESPECTO AL INDICE DE SIMETRIA (IS) EN LA VALORACION DE FUERZA	12