

CIIR - Investigación tecnológica

102 Correlación de los parámetros espaciotemporales de la marcha y dolor en pacientes con gonartrosis comparando dos técnicas de artroplastia total de rodilla

Paris Joaquín Velasco Acosta,*
Ivett Quiñones Urióstegui,† Virginia Bueyes Roiz,‡
Lidia Núñez Carrera,‡ Víctor Manuel Ilizaliturri Sánchez,§
Diego Armando Moyano González,§ Nabila Núñez Alonso¶

* Instituto Nacional de Rehabilitación «Luis Guillermo Ibarra Ibarra» (INR-LGII), Universidad Iberoamericana, CDMX. † Laboratorio de Análisis de Movimiento e Ingeniería de Rehabilitación, INR-LGII, México.

‡ División de Reconstrucción Articular Cadera y Rodilla, INR-LGII, México. § Ciencias e Ingeniería Biomédica, Universidad Iberoamericana Puebla, México.

Introducción: la gonartrosis es una enfermedad crónica, degenerativa y progresiva de la rodilla, caracterizada por la pérdida del cartílago y el deterioro del hueso, tejido sinovial y tejidos blandos. Es una de las principales causas de dolor y discapacidad articular. En México, la prevalencia de gonartrosis es de 23.9% (IC95% 23.6-24.2). En casos graves, se requiere artroplastia total de rodilla (ATR). La precisión técnica durante la cirugía es crucial para el éxito de la ATR. La cirugía asistida por robot permite una ejecución más precisa del plan preoperatorio, a diferencia del enfoque convencional, que presenta variabilidades. **Objetivo:** comparar los parámetros espaciotemporales de la marcha y dolor pre y postoperatorio entre dos técnicas de artroplastia total de rodilla (convencional y asistida por robot) en pacientes con gonartrosis, para determinar si existen diferencias significativas entre estas técnicas. **Material y métodos:** se realizó análisis de marcha pre y postoperatorio a 55 pacientes con gonartrosis sometidos a ATR, divididos en dos grupos. El grupo 1, con ATR asistida por robot, incluyó 20 mujeres y 12 hombres, con 17 intervenciones en la pierna derecha y 15 en la izquierda, y una edad promedio de 64.7 ± 1.2 años. El grupo 2, con ATR asistida convencional, incluyó 15 mujeres y 8 hombres, con 11 intervenciones en la pierna derecha y 12 en la izquierda, y una edad promedio de 64.13 ± 9.6 años. Se utilizó el tapete GAITRite para registrar los parámetros espaciotemporales de la marcha y la escala visual analógica (EVA) para evaluar el dolor. Los datos se analizaron en SPSS de IBM, empleando pruebas t de muestras pareadas para evaluar el impacto de los enfoques quirúrgicos y pruebas t de muestras independientes para identificar diferencias significativas entre los grupos. **Resultados:** el grupo 1 mostró mejoras significativas, con aumentos en velocidad (16.73 cm/seg, $p < 0.001$), cadencia (11.03 paso/min, $p < 0.001$), longitudes de paso (5.11 cm, $p < 0.001$) y zancada (10.60 cm, $p < 0.001$). El grupo 2 también mostró aumentos en velocidad (10.00 cm/seg, $p = 0.002$), cadencia (6.44 paso/min, $p = 0.004$), longitudes de paso (3.95 cm, $p = 0.005$) y zancada (6.43 cm, $p = 0.007$). El dolor disminuyó y el FAP score aumentó en ambas técnicas, con mejoras en dolor (3.88, $p < 0.001$; 3.85, $p < 0.001$) y FAP score (-7.94, $p < 0.001$ para el grupo 1 y -8.30, $p = 0.002$ para el grupo 2). Los resultados de la prueba t de muestras independientes muestran significancia en velocidad ($p = 0.053$) y longitud de paso operada ($p = 0.046$), por lo que la diferencia entre las dos técnicas quirúrgicas sólo se vio reflejada en esas variables. **Conclusiones:** aunque se observan mejoras en velocidad, cadencia, longitudes de paso y dolor con ambas técnicas, las diferencias no son concluyentes para diferenciar significativamente entre las técnicas quirúrgicas. Los análisis

futuros incluirán variables adicionales como rangos articulares, electromiografía de superficie y el tipo de prótesis utilizada.

103 Estudio biomecánico comparativo bajo cargas de tensión de tendones humanos cadavéricos suturados mediante dos técnicas: SpeedTrap y Krakow

Víctor Manuel Domínguez Hernández,*
Víctor Manuel Araujo Monsalvo,*‡

Anell Olivos Meza,§ Carlos Landa Solís*¶

* Instituto Nacional de Rehabilitación «Luis Guillermo Ibarra Ibarra», México. † Laboratorio de Biomecánica. ‡ Ortopedia y Traumatología, Hospital Médica Sur, México. § Unidad de Ingeniería de Tejidos, Terapia Celular y Medicina Regenerativa.

Introducción: la reconstrucción de ligamentos dañados es una de las cirugías más frecuentes en la ortopedia. Los tendones cadavéricos humanos se suturan en sus extremos para incrementar su espesor y su resistencia. La técnica de sutura de Krakow que involucra el empleo de suturas que se insertan para unir dos porciones de tendón es considerado el estándar de oro. En tiempos recientes se ha introducido una técnica de tubulización que evita el uso de agujas, para unir los extremos de los tendones de manera rápida y reproducible. Esta técnica se conoce como SpeedTrap. Se requiere determinar si la técnica de tubulización mediante SpeedTrap tiene una resistencia mecánica similar a Krakow. **Objetivo:** evaluar la resistencia, rigidez y energía a carga máxima de constructos de tendones cadavéricos humanos suturados mediante dos técnicas, Krakow y SpeedTrap, mediante ensayos de tensión. Se emplearán dos tipos de tendones humanos cadavéricos: flexor del hallux (FH) y flexor común de los dedos (FCD). **Material y métodos:** un total de 12 tendones cadavéricos humanos se emplearon, seis FH y seis FCD. Tres tendones de cada tipo se suturaron empleando la técnica estandarizada de Krakow, y el resto se suturaron empleando el sistema SpeedTrap. Se registraron las dimensiones de los tendones suturados, así como el tiempo requerido para suturarlos. Posteriormente se montaron ambos extremos de los tendones en dos placas dentadas impresas por manufactura aditiva en ABS, se montaron en mordazas estándar, y se colocaron en una máquina universal de ensayos Instron, modelo 4502, con celda de carga de 10 kN. Se realizó un pre-acondicionamiento, el cual consiste en ensayar 10 veces a tensión cada tendón, con una velocidad de 60 mm/min, desde 0 hasta 30 N. Inmediatamente después, se ensaya nuevamente cada tendón, con la misma velocidad, desde 0 N, hasta la ruptura. Se registran los valores de carga y desplazamiento. Se aplicó análisis de varianza de dos factores con análisis de covarianza, utilizando el software SPSS v. 17.0. **Resultados:** no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en longitud, ancho o alto de los tendones suturados con técnica Krakow, respecto a SpeedTrap ($p > 0.05$), a diferencia del tiempo que fue mucho mayor con Krakow (15.04 ± 1.07) que con SpeedTrap (1.41 ± 0.23) ($p < 0.001$). Con base en los datos obtenidos en los ensayos de carga y desplazamiento se construyeron las gráficas y se analizaron los resultados mediante el software Origin v2018, para determinar la rigidez, en N/mm; la resistencia, en N; así como la energía a carga máxima, en J. En términos de rigidez para FH, SpeedTrap (47.7 ± 6.1) fue mayor que Krakow (38.4 ± 4.5) ($p = 0.27$), lo mismo que para FCD (SpeedTrap 44.1 ± 4.7 , Krakow 42.5 ± 8.9 , $p = 0.88$). Ocurre lo mismo para la resistencia en FH (SpeedTrap 458.0 ± 36.5 , Krakow 391.2 ± 29.7 , $p = 0.45$) y para FCD (SpeedTrap 448.9 ± 30.6 , Krakow 395.7 ± 53.8 , p

= 0.88). De igual manera la energía a carga máxima es mayor para SpeedTrap, que para Krakow en FH (3.1 ± 0.6 , contra 2.3 ± 0.5 , $p = 0.42$) y para FCD (3.5 ± 0.5 , contra 3.0 ± 1.0 , $p = 0.71$). **Conclusiones:** el tiempo requerido para suturar los tendones FH y FCD es diez veces mayor para Krakow, que para SpeedTrap, en tanto que los ensayos de tensión mostraron un mejor desempeño para SpeedTrap respecto de Krakow, en términos de rigidez, resistencia y energía a carga máxima, sin que las diferencias sean estadísticamente significativas.

104 Asociación entre la presencia de los componentes postmotores del potencial cortical asociado al movimiento y la complejidad del movimiento de la extremidad superior

José Raúl Pérez Soria,* Julio José Macías Gallardo,*[‡] Felipe Jesús Velázquez Hilario,*[‡] Noemi Isela Hernández Valadez,*[‡] Juan José Calvillo Ruiz*[‡]
* Instituto Nacional de Rehabilitación «Luis Guillermo Ibarra Ibarra», México. [‡] Medicina de Electro Diagnóstico.

Introducción: el *Bereitschaftspotential* o potencial cortical asociado a movimiento es un potencial relacionado con eventos que puede registrarse en diversas regiones cerebrales antes, durante y después del movimiento. Presenta varios componentes, destacando uno premotor (NS-MP) y otro postmotor. Dentro de los potenciales identificados después del inicio del movimiento se produce un pico negativo N+160, el cual se cree que es un potencial evocado por movimiento que es provocado por señales de retroalimentación sensorial de receptores periféricos. Este potencial es seguido de una pequeña onda positiva adyacente, denominada P+300, se considera que este es otro potencial de resolución después de N+160. **Objetivo:** el objetivo general de este estudio es analizar la correlación entre los parámetros electrofisiológicos de los componentes postmotores del potencial cortical asociado a movimiento (PCAM) y el tipo de movimiento realizado: movimiento simple y complejo (con objetivo) de la extremidad superior. **Material y métodos:** estudio transversal, observacional y analítico. Se incluyeron 19 adultos (10 mujeres, 9 hombres) de entre 26 y 33 años sin antecedentes clínicos neuromusculares. Se llevaron a cabo registros corticales en Cz y Pz del sistema internacional 10/20 durante la participación de los sujetos en dos paradigmas de movimiento: 1) movimiento simple (flexión de codo); 2) movimiento complejo (lanzar una pelota hacia un objetivo). Se promedió el registro de 30 movimientos para cada paradigma durante un intervalo específico de 2100 ms antes y 900 ms después del inicio del movimiento. Se registraron los valores electrofisiológicos de los potenciales premotores NS-MP y postmotores, N+160 y P+300. Se analizaron las posibles diferencias en las características de los potenciales postmotores entre los dos sitios de registro Cz o Pz y entre los dos paradigmas de movimiento. **Resultados:** el componente postmotor N+160 fue identificable en 47% de las pruebas con objetivo y sólo se identificó en 5% de las pruebas sin objetivo ($p < 0.05$). El componente NS-MP registrado en Cz mostró mayor amplitud que en Pz: con objetivo Cz media de $21.7 \mu\text{V}$ DS 7.3, Pz media $15.8 \mu\text{V}$ DS 5.9 $p < 0.01$; sin objetivo Cz media de $18.2 \mu\text{V}$ DS 7.4, Pz media $13.7 \mu\text{V}$ DS 6.4, $p < 0.01$. La diferencia en la amplitud en Cz en la tarea con objetivo en comparación a sin objetivo obtuvo una $p = 0.05$. **Conclusiones:** las tareas motoras con objetivo promueven la integración más frecuente de los potenciales postmotores, denominados también potencial referente. Éstos se generan por señales sensoriales periféricas y la retroalimentación de los centros motores inferiores, permitiendo a la corteza sensoriomotora recibir información sobre el resultado del movimiento.

105 Estudio histopatológico como herramienta para evaluar la ablación térmica por microondas generada por un arreglo lineal de antenas microcoaxiales tipo monopolo

José Raziel Sánchez Sánchez,* Citlalli Jessica Trujillo Romero,[‡] Eréndira Georgina Estrada Villaseñor,[§] Hugo Zepeda Peralta,*[¶] Arturo Vera Hernández,[¶] Lorenzo Leija Salas,*[¶] Genaro Rico Martínez,[¶] Josefina Gutiérrez Martínez[‡]

* Instituto Politécnico Nacional, México. [‡] División de Investigación en Ingeniería Médica, Instituto Nacional de Rehabilitación «Luis Guillermo Ibarra Ibarra» (INR-LGII), México. [§] Servicio de Anatomía Patológica, INR-LGII, México. [¶] Bioelectrónica, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados. [¶] Servicio de Tumores Óseos, INR-LGII, México.

Introducción: la ablación térmica es un tratamiento mínimamente invasivo que consiste en la aplicación controlada de calor en el tumor. Temperaturas entre 55-100 °C generan necrosis coagulativa en células tumorales. El incremento de temperatura se logra mediante microondas (MW) generadas por antenas microcoaxiales insertadas en el tumor. La ablación se utiliza ampliamente para tratar neoplasias en tejido blando; sin embargo, en tumores óseos la validación de la técnica es limitada y se basa principalmente en monitorear la temperatura. La evaluación del efecto térmico producido por la ablación a nivel celular, mediante estudios histopatológicos ayudaría a validar su uso en el tratamiento de tumores óseos. **Objetivo:** evaluar el efecto térmico, mediante un estudio histopatológico, en muestras de tejido óseo sano *ex vivo* tratado con ablación térmica por microondas (MWA) mediante un arreglo lineal de antenas microcoaxiales tipo monopolo (MTM). Además, de comparar con tejido sano *ex vivo* sin tratamiento para conocer las principales diferencias entre ambos tejidos. **Material y métodos:** se aplicó ablación térmica por microondas (MWA) en tejido óseo sano *ex vivo* (fémur de cerdo) utilizando un arreglo lineal (dos antenas) de antenas monopolo (MTM). Se utilizó un generador de microondas ISYS245 a 2.45 GHz y un divisor de potencia para alimentar al arreglo con 30 W por 10 min. La separación entre antenas y profundidad de inserción fue de 2 cm. Después del tratamiento, los segmentos óseos (con/sin tratamiento) se procesaron para histología. Estos se sumergieron primero en formaldehído (CH₂O) para fijar células y estructuras adyacentes, y posteriormente en ácido clorhídrico al 10% (HCl + H₂O) para descalcificarlos y obtener rodajas alrededor de la zona de interés. Las rodajas se almacenan en casetes en procesamiento de tejido, que se someten al proceso de deshidratación con alcoholes para infiltrarse con parafina. Se utilizó el microtomo para obtener laminillas de tejido de los bloques de parafina. Las laminillas se tiñen con hematoxilina y eosina para observar el efecto térmico mediante microscopía. **Resultados:** el estudio histopatológico mostró para hueso sin tratamiento un tejido conectivo, estructurado en laminillas de matriz osteoide calcificada. El hueso cortical se estructura en conductos de Havers recubiertos de laminillas en disposición concéntrica donde se sitúan los osteocitos; mientras el esponjoso está constituido por laminillas óseas en forma de red, que delimitan cavidades areolares en cuyo interior se encuentra médula ósea. Los daños principales generados en hueso, posterior a la MWA y que se observaron en el estudio histopatológico fueron necrosis coagulativa que generó zonas de isquemia. A nivel macroscópico, la necrosis se observó como un halo de coloración blanca de 20 mm de diámetro; mientras a nivel microscópico, por la destrucción de los elementos hematopoyéticos y degeneración de adipocitos (tejido graso). En la periferia de las trabéculas óseas, el daño fue evidenciado por un cambio en la coloración de rosa a azul (patognomónico); además, la presencia de viruta ósea evidenció daño mecánico por la inserción de la antena. **Conclusiones:** la MWA aplicada al tejido óseo sano