

Dolor de miembro fantasma una complicación frecuente en el paciente amputado

Phantom Limb Pain: A Frequent Complication in the Amputee Patient

Joanna de Armas Mestre^{1*} <https://orcid.org/0000-0003-1946-6495>

Nibaldo Hernández Mesa² <https://orcid.org/0000-0002-3695-7934>

Reynier Soria Pérez¹ <https://orcid.org/0000-0002-3512-878X>

¹Hospital “Dr. Julio Miguel Aristegui Villamil”. Cárdenas, Cuba.

²Instituto de Ciencias Básicas y Preclínicas “Victoria de Girón”. Habana, Cuba,

* Autor para la correspondencia: jdearmas.mtz@infomed.sld.cu

RESUMEN

Introducción: La amputación de la extremidad con frecuencia da lugar a alteraciones sensoriales, dolorosas o no, tales como el síndrome del miembro fantasma, que dificulta el proceso de rehabilitación y afecta el estado psicológico del paciente. El dolor de miembro fantasma ha sido descrito como una condición en la que los pacientes experimentan una sensación dolorosa en el miembro ausente.

Objetivo: Describir aspectos esenciales del dolor fantasma como complicación en los pacientes amputados

Métodos: Se realizó una búsqueda de la literatura publicada durante el período comprendido entre enero de 2015 y diciembre de 2021 que hiciera referencia al dolor en miembro fantasma en paciente amputado.

Resultados: Entre las causas que conllevan a la amputación de una extremidad se encuentran los problemas vasculares, trauma, cáncer y alteraciones congénitas, es importante tenerlas en consideración debido a los efectos psicológicos y socioeconómicos que puede tener en el paciente. El síndrome del miembro fantasma se divide en miembro o sensación fantasma, dolor de miembro fantasma y muñón doloroso. Es importante hacer distinciones entre ellos, lo que ayuda a evaluar la magnitud del problema y el tratamiento que es diferente. El tratamiento convencional no ha sido muy efectivo.

Conclusiones: Se describieron los aspectos esenciales del dolor fantasma como complicación en los pacientes amputados, el manejo y tratamiento del dolor de miembro fantasma en miembros amputados, constituye una prioridad a vencer dentro de las pautas de la medicina moderna.

Palabras clave: amputación; dolor fantasma; complicación.

ABSTRACT

Introduction: Limb amputation often results in sensory disturbances, painful or not, such as phantom limb syndrome, which obstructs the rehabilitation process and affects the patient's

psychological state. Phantom limb pain has been described as a condition in which patients experience a painful sensation in the missing limb.

Objective: To describe essential aspects of phantom pain as a complication in amputee patients.

Methods: A search was performed of the literature published during the period from January 2015 to December 2021 and referring to phantom limb pain in amputee patients.

Results: Among the causes that lead to limb amputation are vascular problems, trauma, cancer and congenital alterations; it is important to take them into consideration due to the psychological and socioeconomic effects on the patient. Phantom limb syndrome is divided into phantom limb or phantom sensation, phantom limb pain, and painful stump. It is important to make distinctions among them, which helps to assess the magnitude of the problem and the management, different in each case. Conventional treatment has not been very effective.

Conclusions: The essential aspects of phantom pain as a complication in amputee patients were described. Management and treatment of phantom limb pain in amputated limbs is a priority to overcome within the guidelines of modern medicine.

Keywords: amputation; phantom pain; complication.

Recibido: 13/04/2022

Aceptado: 28/07/2022

Introducción

El cirujano militar *Ambrose Pare*, describe que posterior a una amputación de una extremidad aparecen experiencias sensoriales dolorosas, a este cuadro descrito el neurólogo *Silas Weir Mitchell* lo nombra síndrome de dolor del miembro fantasma (DMF), sensación dolorosa que se percibe de una zona del cuerpo que ya no existe, provoca invalidez y agrava el estado psicológico del paciente.⁽¹⁾

Una de las principales causas de la amputación de una extremidad son los problemas vasculares, seguido de los traumas, la enfermedad de cáncer en las diferentes localizaciones y las alteraciones congénitas, aportan por ese orden, el mayor número de casos.^(1,2)

Las amputaciones que se realizan durante la vida por causas adquiridas, evidencia tres clases de dolor neuropático: DMF en la extremidad amputada, en el muñón y mixto (dolor de muñón y DMF), con una prevalencia entre el 42 al 90 % de los amputados, el cual puede ser de corta duración o constante.

El DMF puede aparecer como síntoma en las primeras 24h luego de una amputación o hasta un año después. Aunque es más común después de la amputación de una extremidad, puede ocurrir posterior a la remoción quirúrgica de cualquier parte del cuerpo, como los ojos, los senos y la cara, entre otros.^(2,3,4)

Al cuadro clínico del DMF se suman síntomas como sensación de prurito, espasmo o dolor en un miembro o parte del cuerpo previamente sano. Este dolor está provocado por el

conflicto entre la representación de la retroalimentación visual y propioceptiva del miembro que ya fue amputado.^(2,3)

Desde la antigüedad los síntomas del DMF eran interpretados como trastornos psíquicos o mentales, fue descrito por primera vez en 1552 por *Ambroise Paré*, un militar cirujano francés quien descubrió que los pacientes se quejaban de dolor severo tras una amputación de una extremidad, pero fue *Silas Weir Mitchell*, neurólogo americano quien en 1871 acuñó el término como “dolor de miembro fantasma”.^(2,4,5)

Hasta la actualidad el DMF continúa como un problema de salud difícil de tratar, ya que presenta variedad de síntomas, el tiempo de aparición es inexacto y si constituye una realidad que una vez instaurado es muy difícil de tratar con métodos convencionales descritos, lo que dificulta muchísimo la adherencia a nuevos proyectos de vida y al tratamiento impuesto.^(6,7,8)

Los autores coinciden en que se hace necesario revisar lo más actual descrito sobre el tema debido a que es una complicación que se observa entre los pacientes amputados con mucha frecuencia. Se concluyen los aspectos esenciales del dolor fantasma como complicación en los pacientes amputados

Métodos

Se realizó una revisión no sistemática de la literatura de artículos científicos publicados entre enero de 2019 y diciembre de 2021 referidos a DMF en el paciente amputado. Las bases de datos utilizadas incluyeron Pubmed/Medline, SciELO y Cochrane en búsqueda de artículos publicados en idioma inglés o español. Se emplearon los siguientes términos de búsqueda MeSH, sola o en combinación: “dolor fantasma”, “amputación”, “dolor fantasma amputación”, “amputación complicaciones” “*phantompain*”, “*amputation*”, “*phantom pain amputation*”, “*amputation complication*”. Se consideraron estudios de revisión que analizaron la fisiopatología del fenómeno. Se revisaron artículos publicados en revistas de alto impacto. Las referencias de los artículos escogidos se evaluaron, manualmente, con el uso de la herramienta bibliométrica según las normas de *Vancouver*.

Dolor fantasma como complicación en los pacientes amputados

En América se realizan un promedio de 150,000 amputaciones anuales, de ellas el 60 % presentan DMF. En el 87 % de los amputados que lo padecen, sus síntomas persisten por más de dos años. La incidencia del DMF aumenta en relación con la edad de la persona amputada.^(9,10)

El inicio de la percepción del miembro fantasma, se ha observado en el 85-98 % de los casos entre las primeras tres semanas; en el 8 % de los casos, aparece en el primer año posterior de la amputación. Se puede afirmar entonces que la aparición del DMF desaparece según transcurre el tiempo posterior a la amputación.^(10,11,12,13)

A partir de la amputación se mantiene el esquema corporal de forma mental por lo que el paciente puede percibir señales que no son bien interpretadas y por ello ocurre entonces el

DMF. Este esquema se hace intenso y duradero con la experiencia de la propia corporalidad.^(11,12)

El DMF se divide en dos grupos: a) sensaciones dolorosas y b) no dolorosas en el miembro fantasma y muñón según la Asociación Internacional para el Estudio del Dolor. Entre el 70 % y 100 % de los pacientes amputados experimentan sensaciones no dolorosas las que se clasifican en:

- a) Cinéticas: espontáneas o voluntarias.
- b) Cinestésicas: tamaño, forma y posición que pueden ser normales o distorsionadas.
- c) Exteroceptivas: tacto, presión, temperatura, prurito y vibración.

En la mayoría de los casos estas sensaciones son de baja intensidad y entre el 60-85 % de los pacientes desarrollan el DMF.^(1,8,13)

En cuanto a su origen aún no se conoce con exactitud su mecanismo de acción. Modelos experimentales explican que la etiología del dolor radica en los mecanismos psicológicos y/o neurofisiológicos. Los factores psicológicos incrementan los cognitivos (atención) y los emocionales (estrés, depresión, etc.). Aunque estos componentes son importantes en el mecanismo de producción del dolor, las causas fundamentales son fisiológicas. En los modelos neurofisiológicos intervienen los mecanismos siguientes:

- a) Etiopatogénicos periféricos: Los neuromas son la causa de que se registre actividad neuronal en la zona inervada por el nervio lesionado. Cuando se estimula el muñón o los neuromas se activan el mecanismo del DMF. Puede estar asociada a la vasoconstricción del muñón como mecanismo del sistema nervioso simpático. Cambios en el flujo sanguíneo del muñón modifican la percepción del miembro fantasma por lo que la sensación de quemazón o ardor está relacionada con el flujo de sangre reducido.
- b) Etiopatogénicos centrales: Un tercio de los pacientes amputados experimentan una sensación telescópica del miembro fantasma donde el pie o la mano llegan a percibirse como partes del muñón. La aparición de alteraciones sensoriales, como ocurre después de una amputación, puede producir cambios a largo plazo en la representación somatotópica (subcortical y cortical).
- c) Etiopatogénicos fisiológicos: el dolor percibido posterior a la amputación de una extremidad guarda relación con modificaciones en la excitabilidad del sistema nervioso central. Los cambios anatomo-fisiológicos generados por la lesión de la amputación en las vías aferentes provocan daños en las neuronas sensoriales primarias y en partes alejadas de esta.^(4,9,13)

La amputación de una extremidad o su denervación produce cambios plásticos significativos en la corteza tanto somatosensorial como motora que están relacionadas con la magnitud del DMF.

Existe una regeneración del nervio en su extremo distal donde se produjo la sección por la amputación favorece frecuentemente la formación de neuromas, los que poseen una hipersensibilidad a estímulos mecánicos y a varios neurotransmisores como la noradrenalina.^(14,15)

El síndrome del miembro fantasma se divide en miembro o sensación fantasma, dolor de miembro fantasma y muñón doloroso. Es importante hacer distinciones entre ellos, lo que ayuda a evaluar la magnitud del problema y el tratamiento que es diferente.

- Miembro o sensación fantasma: se denomina al conjunto de sensaciones no dolorosas que se presentan en la extremidad amputada.
- Dolor de miembro fantasma: sensación dolorosa crónica referida por el paciente en la región ausente, es bien diferenciado de la sensación fantasma o del dolor en el muñón.
- Dolor en el muñón o en el miembro residual: Dolor referido por el paciente en el sitio del muñón que se origina en la parte no amputada del miembro. Su etiología puede deberse a: el dolor propio de la cirugía, los problemas estructurales del muñón o el dolor por lesión de un nervio proximal o distal, raíz nerviosa o médula espinal.^(5,15)

Fisiopatología del dolor de miembro fantasma

Posterior a la sección de un nervio periférico comienza una degeneración retrógrada de neuronas aferentes.^(14,15)

En los tejidos lesionados se liberan potasio, hidrógeno y ATP que activan los nociceptores que exagera la respuesta al dolor. Se activan mastocitos como respuesta inflamatoria y se liberan sustancias vasoactivas, que sensibilizan aún más los receptores.^(14,16)

El tiempo de duración del DMF puede ser corto o constante, donde el paciente puede referir calambres dolorosos.

Factores relacionados con la generación del dolor de miembro fantasma

a) Factores periféricos: Debido a la sección de un nervio se produce degeneración retrógrada y acortamiento de las neuronas aferentes, edema y regeneración de los axones, llevan a la formación de terminaciones ampliadas y desorganizadas de fibras tipo A y C, cuya descarga es ectópica y se aumenta durante el estímulo mecánico y químico.⁽¹⁶⁾

Las fibras tipo C, se caracterizan por una descarga ectópica con patrón irregular y lento, se relaciona con una regulación al alza de canales de sodio y disminución de canales de potasio, así como una alteración de las moléculas de transducción de señales mecano-sensibles. La conexión no funcional entre axones también puede contribuir a la actividad espontánea anormal. Sin embargo, el DMF está presente en algunos pacientes inmediatamente después de la amputación y antes de la formación de un neuroma, lo cual significa que este último mecanismo no explica completamente la fisiopatología del DMF.^(15,16)

En el ganglio de la raíz dorsal (GRD) se amplifica o produce una excitación cruzada de la actividad eléctrica del neuroma del muñón que provoca despolarización de neuronas vecinas. Con la aplicación de agentes bloqueadores *beta*-adrenérgicos o durante el bloqueo quirúrgico de la actividad simpática se reduce el dolor y la aplicación de epinefrina lo aumenta.^(14,16)

b) Factores centrales plasticidad espinal: Existe una sensibilización central de las neuronas del cuerno posterior de la medula espinal luego de la lesión neurológica periférica a nivel del muñón. Esto provoca potenciación a largo plazo con generación de potenciales postsinápticos

aumentados durante un largo período de tiempo, hiperexcitabilidad, reducción de procesos inhibitorios, cambios estructurales de las terminaciones nerviosas centrales.^(13,15)

Las interneuronas gabaérgicas y glicinérgicas de la médula espinal pueden ser destruidas por una descarga rápida desde el tejido lesionado y otros efectos de la axotomía, o pueden cambiar de un efecto inhibitorio a excitatorio por influencia del factor neurotrófico derivado del cerebro (BDNF), y de este modo contribuir a la hiperexcitabilidad. Adicionalmente, existe una regulación a la baja de receptores opiáceos sobre terminaciones primarias aferentes y neuronas espinales intrínsecas, por lo que la colecistocinina, un inhibidor endógeno del receptor opioide, se regula al alza, exagera el efecto de desinhibición. Otro mecanismo que explica la sensibilización es la facilitación del receptor N-Metil-D-Aspartato (NMDA) al glutamato inducida por inflamación.^(13,16)

La lesión nerviosa también produce conexión funcional de entradas de bajo umbral (inputs) con neuronas de proyección medular ascendentes que transmiten información nociceptiva a centros supraespinales. Un mecanismo adicional desencadenado por la lesión es la liberación de la sustancia P (producida normalmente por fibras tipo A y C) por fibras mecanorreceptoras $A\beta$ que se comportan como nociceptivas, el cual puede permitir la actividad ectópica o normal en las fibras $A\beta$ para desencadenar o mantener la sensibilización central. Cuando lo anterior sucede, una entrada normal e inocua desde las fibras $A\beta$, una aferencia ectópica y aferencias de bajo umbral residuales, pueden contribuir a la sensación de DMF.^(13,15,16)

Se produce degeneración de las fibras C en la lámina II, que permite el crecimiento de fibras $A\beta$ sobre esta área (normalmente terminan en las láminas III y IV), por lo que neuronas de segundo orden en la lámina II que normalmente reciben señales sensoriales de alto umbral comienzan a recibir señales de bajo umbral, y producen percepción del estímulo táctil como nociceptivo e induce el fenómeno de la alodinia. Por otro lado, la sensación dolorosa anormal podría estar relacionada con la incoordinación entre la intención motora y la respuesta sensorial asociada a una activación de áreas cerebrales frontales y parietales.^(2,12,15)

c) Reorganización cortical: Evidencias experimentales han mostrado que posterior a la amputación ocurre invasión de áreas neuronales adyacentes de la zona cortical que representaba a la parte amputada, cambios de neuroplasticidad sobre la corteza motora primaria y somatosensoriales primaria.^(2,13)

La severidad y la forma del dolor puede estar influenciada grandemente por los factores psicológicos del paciente amputado, que desempeña un rol importante y decisivo en la percepción del DMF por el paciente. Es probable que la reorganización ocurra no solo en áreas sensoriales del dolor sino también en áreas afectivas del dolor, como la ínsula, el giro cingulado anterior y la corteza frontal.^(4,9)

Tratamiento

Clasificación en tres grupos

a) Médico: Los fármacos más utilizados son los antidepresivos y los bloqueadores de los canales de sodio. También se utilizan los antiepilépticos, anestésicos locales, antagonistas de los receptores N-Metil-D- aspartato u opiáceos.⁽¹⁶⁾

b) No médico: Técnicas como la estimulación eléctrica transcutánea, terapia por vibración, acupuntura, hipnosis, biorretroalimentación y terapia electroconvulsiva pueden ser empleadas. La terapia espejo es aplicable a este grupo.^(16,17)

c) Quirúrgico: Se produce revisión del muñón en busca de neuromas para su excéresis se logra alivio del dolor pero solo por un corto período de tiempo debido a que se condiciona una nueva lesión para la neoformación de otros neuromas. Se puede emplear estimulación eléctrica cerebral o a nivel de la médula espinal pero su efecto se desaparece en poco tiempo.⁽¹⁸⁾

El diagnóstico del DMF es fácil pero la dificultad radica en que la mayoría de los tratamientos empleados son inefectivos por no tener en cuenta el mecanismo que lo produce, por ello solo menos del 10 % de los pacientes que reciben tratamiento médico obtienen alivio durante un largo período de tiempo.^(15,16)

A pesar de los estudios y los avances en el conocimiento existe el DMF y el conocimiento sobre los mecanismos neurales de dolor del miembro fantasma no ha conducido a una cura total, ni a una forma efectiva de prevenirla.^(16,18,19)

La incidencia suele ser alta en pacientes con amputación traumática o en pacientes con dolor preexistente; puede comenzar de manera inmediata hasta en un 75 % de los pacientes o de manera retrasada en un 25 % de los mismos. El tratamiento convencional no ha sido muy efectivo. Este incluye medicación anestésica neuroaxial o de nervio periférico, cateterismo, opioides, 8-2 antagonistas, antiinflamatorios no esteroideos.^(20,21)

Por toda la evidencia científica se necesitan estudios adicionales con respecto al uso de una terapia eficaz en el tratamiento del DMF en el paciente amputado.

Referencias bibliográficas

1. Miranda Zarabia C. Factores psicosociales en el dolor crónico [tesis]. Lima: Universidad Inca Garcilaso de la Vega. 2019. [acceso: 21/12/2020]. Disponible en: http://repositorio.uigv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.11818/4937/TRSUFICIENCIA_MIRANDA%20ZARABIA.pdf?sequence=1&isAllowed=y
2. Reséndiz Vega HR, Serrano Rosales MM. Implicaciones en el movimiento humano de las adaptaciones del esquema e imagen corporal secundarias a una amputación. ARS Médica Rev de Cienc Méd. 2020 [acceso: 21/12/2020];45(3):63-71. Disponible en: <https://arsmedica.cl/index.php/MED/article/view/1636/1495>
3. García PD, Flores SE. Dolor fantasma en niños y jóvenes amputados congénitos: prevalencia y características clínicas. Rehabil Integral. 2020 [acceso: 21/12/2020];14(1):22-9. Disponible en: <https://rehabilitacionintegral.cl/index.php/RI/article/view/42>
4. Baldó Lloret MT. Tratamiento del dolor del miembro fantasma en amputados de miembro inferior basado en la evidencia científica. Revisión bibliográfica [tesis]. España: Universidad Miguel Hernández. 2018-2019. [acceso: 21/12/2020]. Disponible en: <http://193.147.134.18/bitstream/11000/7222/1/Bald%C3%B3%20Lloret%2C%20M%C2%A%20Teresa.pdf>
5. Pacho D, Mendeleovich A, Ciarla I, Quevedo N. Prevalencia de ocupación laboral en sujetos con amputación en provincia de Buenos Aires, Argentina. Pacho D. AJRPT. 2020

- [acceso: 21/12/2020];2(3):4-11. Disponible en: <https://revista.ajrpt.com/index.php/Main/article/view/103/113>
6. Sosa Barreda MC. Prevalencia de dolor crónico pos-amputación [tesis]. México: Universidad Autónoma de Nuevo León. 2020. [acceso: 21/12/2020]. Disponible en: <http://eprints.uanl.mx/20360/1/20360.pdf>
7. Sarroca Becerrica N. Estudio del comportamiento muscular y estabilidad en pacientes amputados transtibiales. Análisis del impacto de la amputación en la imagen corporal, la autoestima y su calidad de vida [tesis Doctoral]. Madrid: Universidad Complutense de Madrid. 2020. [acceso: 21/12/2020]. Disponible en: <https://eprints.ucm.es/id/eprint/63127/1/T42017.pdf>
8. Martín Mediero A. El dolor de miembro fantasma en el paciente amputado [tesis]. España: Universidad de Valladolid. 2019-2020. [acceso: 21/12/2020]. Disponible en: <https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/42016/TFGH1931.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
9. Patiño Martínez JM, Soto Sabogal PA, Vargas Ayala DK. Herramientas de afrontamiento en duelo por amputación de extremidades [tesis]. Bogotá D.C: Universidad Cooperativa de Colombia. 2020. [acceso: 21/12/2020]. Disponible en: <https://repository.ucc.edu.co/handle/20.500.12494/19939>
10. Solano Arias KV. Nivel de dolor y su relación con la kinesiofobia en personas de 61 a 70 años en las provincias de Carchi e Imbabura [tesis]. Ibarra – Ecuador: Universidad Técnica del Norte. 2020. [acceso: 21/12/2020]. Disponible en: <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/10886>
11. Rodríguez Vera AM. Tasas de amputación de miembros inferiores en pacientes con Diabetes Mellitus del régimen contributivo y las diferencias regionales en Colombia [tesis]. Bogotá, D.C.: Universidad Nacional de Colombia. 2021. [acceso: 21/12/2020]. Disponible en: <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/78990>
12. Sempere Pastor B. Abordaje de la prevención secundaria en paciente con pie diabético y reciente amputación: caso clínico [tesis]. España: Universidad de Alicante. 2019-2020. [acceso: 21/12/2020]. Disponible en: https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/107197/1/ABORDAJE_DE_LA_PREVENCION_SECUNDARIA_EN_PACIENTE_CON_PI_Sempere_Pastor_Berta.pdf
13. Alcántara Montero A, Pacheco de Vasconcelos SR. Actualización en el abordaje diagnóstico y terapéutico del dolor neuropático desde atención primaria (I). Med Gen Fam. 2021. [acceso: 21/12/2020];10(1):22-7. Disponible en: <https://repositorio.unbosque.edu.co/handle/20.500.12495/5223>
14. Coca Romera A. Grupo de apoyo para personas con una amputación del miembro inferior [tesis]. España: Universidad de Girona. 2019-2020. [acceso: 21/12/2020]. Disponible en: <https://dugi-doc.udg.edu/handle/10256/19051>
- 15 López Sandoval L. Eficacia del método kabat y de terapia del espejo para mejorar la calidad de vida en pacientes amputados por diabetes mellitus, hospital Almanzor Aguinaga Asenjo, Chiclayo - 2017 [tesis]. Lambayeque – Perú: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. 2017. [acceso: 06/12/2020]. Disponible en:

<https://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12893/3146/BC-TES-TMP-1940.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

16. Ulloa Moreta ZG. Manejo del síndrome de miembro fantasma con amputación bilateral postraumática en paciente adulto mayor del área de geriatría del hospital general docente Ambato [tesis]. Ambato-Ecuador: Universidad Regional Autónoma de los Andes, Facultad de Ciencias Médicas. 2019. [acceso: 06/12/2020]. Disponible en:

<https://dspace.uniandes.edu.ec/bitstream/123456789/9945/1/IFECUAMED002-2019.pdf>

17. Castiblanco-Delgado DS, Molina-Arteta BM, Leal-Arenas FA. Phantom eye syndrome. Case report and literature review. Colomb J Anesthesiol. 2021. [acceso: 06/12/2020];49(1):e914. Disponible en:

<https://www.revcolanest.com.co/index.php/rca/article/view/914>

18. Bard Reboul T. Análisis comparativo de los procedimientos terapéuticos indicados en el síndrome de miembro fantasma [tesis]. España: Universitat de VIC; 2020. [acceso: 21/12/2020]. Disponible en:

http://dspace.uvic.cat/bitstream/handle/10854/6309/trealu_a2020_bard_reboul_tristan_comparativa_terapias.pdf?sequence=1&isAllowed=y

19. González Serra S. La Realidad Virtual como método para disminuir el dolor en pacientes pediátricos [tesis]. España: Universitat de les Illes Balears. 2019. [acceso: 21/12/2020]. Disponible en:

https://dspace.uib.es/xmlui/bitstream/handle/11201/151838/Gonzalez_Serra_Sandra.pdf?sequence=1&isAllowed=y

20. Pozo Jurado GB. Evaluación pre y pos protésica del paciente amputado transfemoral en la fundación prótesis Imbabura [tesis]. Ibarra - Ecuador: Universidad Técnica del Norte. 2020. [acceso: 21/12/2020]. Disponible en:

<https://eprints.ucm.es/id/eprint/63127/1/T42017.pdf>

21. Darío Pinzón I, Enrique Moreno J. Realidad virtual como medio facilitador de actividad física en población en situación de discapacidad.1Cuerpo, Cultura y Movimiento. 2020. [acceso: 21/12/2020];10(2):183-205. Disponible en:

<https://revistas.usantomas.edu.co/index.php/rccm/article/view/6232>

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.