USO DE NUEVAS TECNOLOGIAS EN NEUROREHABILITACION PEDIATRICA

Estudiante

ADRIANA JUDITH ESTUPIÑAN DURAN

Asesor metodológico

MARIA EMMA REYES

ESCUELA COLOMBIANA DE REHABILITACION

ESP. EN NEUROREHABILITACION

BOGOTA, D.C

2013

Introducción

Desde sus inicios la humanidad ha venido creando instrumentos en base a una necesidad específica o a una pregunta en especial; de tal manera que ha innovado con el fin de dar una solución a esa necesidad o una respuesta a esa pregunta. De esta forma nacen las diferentes tecnologías siendo productos creados por "el hombre, para el hombre". Etimológicamente la palabra tecnología proviene de las palabras griegas "*tecné"* que significa "arte u oficio" y "*logos"* que significa "ciencia" convirtiéndose tecnología en "estudio o ciencia de los oficios" (Guerrero, Muñoz, Cañedo, 2009 p2)

Como todo oficio involucra la participación del ser humano para transformar un modo de vivir según una necesidad ; cuando se habla de necesidad se habla de todo aquello que requiere un individuo para sobrevivir o vivir por ejemplo: alimentación, vestido, calzado, higiene, servicios médicos, vivienda entre otras. Siendo la tecnología un medio importante para mejorar calidad de vida en una persona o en una sociedad. Hoy en día la tecnología puede definirse como la "aplicación del conocimiento científico a la solución de problemas prácticos para la obtención de una meta humana".

La tecnología se encuentra en prácticamente en todas las disciplinas por ejemplo: en la ingeniería, en la medicina, en la química y bioquímica, en la industria, en el comercio, en las telecomunicaciones, en la minería, en el transporte entre otros; para este estudio se tuvo en cuenta la tecnología médica ya que según la Office of Technology Assessment (OTA) de los Estados Unidos de Norteamérica "tecnología médica es todo aquel medicamento, aparatos y procedimientos quirúrgicos empleados para la atención sanitaria de un paciente". Se llegó a esta definición ya que la historia alguna vez definió a la anestesia y la penicilina como tecnologías médicas avanzadas y aunque hoy en día son solo medicamentos son de gran ayuda a la hora de tratar un individuo con una enfermedad.

Lo mismo sucedió con la invención de los rayos x antiguamente se creía que no había nada mejor para explorar a un paciente hoy en día el TAC y la resonancia magnética dan resultado de que puede existir mejores procedimientos en pro de un acertado diagnóstico por imágenes. Los avances en las tecnologías también se pueden apreciar en los laboratorios clínicos ya que ahora todo se ha automatizado mediante auto analizadores computarizados; en cirugía la invención del láser y actualmente de los robots son de gran ayuda para los médicos y el personal en salud. (Guerrero, Muñoz, Cañedo, 2009)

En rehabilitación por su parte las diferentes tecnologías han sido creadas para potencializar los tratamientos para diagnosticar, para cuantificar los resultados obtenidos y para dar un pronóstico de mejoría. Entre ellos se encuentran los laboratorios de marcha, acelerómetros, podómetros, uso de realidad virtual, robótica, estimulación magnética transcraneal, neurofeedback entre otros, los cuales están siendo empleados en la actualidad para el tratamiento de pacientes sobre todo en aquellos con compromiso o secuelas neurológicas.

Todas estas tecnologías actuales tienen unos parámetros de aplicación según la enfermedad a tratar teniendo en cuenta indicaciones, contraindicaciones, duración y efectividad basados en la evidencia por ello la presente revisión documental ha sido tomada de la base de datos EBSCO quien arrojo 20 artículos científicos de la revista electrónica MEDLINE bajo la búsqueda de las siguientes palabras claves: neurorehabilitación, robótica, realidad virtual, nuevas tecnologías, rehabilitación en niños, parálisis cerebral, hemiparesia congénita, autismo.

Teniendo en cuenta lo anteriormente descrito se seleccionaron de la base de datos aquellos artículos que cumplieron con los siguientes criterios: artículos originales con población entre 0 y 15 años, que tuvieran una enfermedad neurológica y se buscaron artículos que hablaran acerca del uso de tecnologías novedosas y artículos teóricos o revisiones que dedicaran su atención a relaciones entre Neurorehabilitación y nuevas tecnologías.

TECNOLOGIAS Y NEUROREHABILITACION PEDIATRICA

Actualmente existen en el mundo millones de personas que padecen de alguna deficiencia motora o de alguna discapacidad causada por una enfermedad del sistema nervioso central; esto es debido a múltiples factores ya sean ambientales, físicos o sociales entre estos últimos la violencia intrafamiliar e interpersonal juega un papel muy importante para producir un daño físico que en ocasiones es irreparable. Sin embargo cuando existe una enfermedad de origen neurológico como las parálisis cerebrales y la hemiparesia infantil el daño emocional en el entorno familiar es evidente y muchos hogares recurren a la ayuda médica, psicológica y rehabilitadora. (Sinkjaer &. Popovic, 2009)

Cuando la enfermedad aparece los profesionales en neurorehabilitación interactúan con el paciente y su familia; creando espacios para evitar el deterioro osteomuscular, prolongar la vida y reducir al máximo las limitaciones funcionales. Si bien la neurorehabilitación no revierte la enfermedad genera mejor calidad de vida y cuantifica los resultados de los tratamientos a través del uso de tecnologías que le permitan una mejor alternativa de tratamiento para el paciente dependiendo de la enfermedad y de la tecnología como tal.

la estructura básica para la neurorehabilitación es el sistema nervioso central ya que la recuperación espontanea de ciertas acciones motoras ocurre a través de un proceso de compensación, sustitución y reorganización dinámica a través de la formación de actividades repetitivas las cuales cambian las conexiones neuronales y las funciones del sistema nervioso central. Estos procesos conducen a nuevos tipos de integración sensorial que afectan directamente la capacidad del control motor. Por tanto el objetivo principal de la neurorehabilitación es promover y desarrollar procesos que subyacen sistemas sensoriales y motores para cambiar la dinámica de aprendizaje proporcionando el sustrato que en condiciones de enfermedad no estaría disponible. (Sinkjaer &. Popovic, 2009)

Para lograr este objetivo se necesitan de diferentes técnicas empleadas por el terapeuta y de nuevas tecnologías que permitan avanzar en un adecuado proceso de tratamiento dependiendo el grado de discapacidad y de la especificidad de las pérdidas de conexiones neuronales de cada sujeto por individual. Es importante que las tecnologías a emplear en los pacientes neurológicos contengan retroalimentación visual y motora ya que estas dos funciones contribuyen a generar acciones repetitivas las cuales modifican la reorganización cerebral, y logran realizar una adecuada estimulación neurosensorial en los pacientes. (Sinkjaer &. Popovic, 2009)

Dentro de los programas de neurorehabilitación existentes se encuentran aquellos que brindan un entrenamiento en balance, marcha, postura y aprendizaje motor estas características son tal vez las más importantes y las que se deben tener siempre en cuenta a la hora de interactuar con un paciente neurológico sin embargo siempre deben ir acompañadas de una tarea y de la repetición de la misma; de este modo se asegura su entrenamiento y por ende su potenciación. También es importante que toda tecnología empleada en niños contenga unas especificaciones tales como comodidad, practicidad y que no generen aburrimiento ya que se está tratando con pacientes infantiles y esto podría generar una gran limitante para el tratamiento.

En la actualidad existen tecnologías en neurorehabilitación pediátrica las cuales están siendo empleadas para diagnosticar alteraciones en el movimiento, pronosticar mejoría y cuantificar los resultados, también aquellas encargadas de la estimulación sensoriomotora empleadas para entrenamientos en marcha y tecnologías asistidas con robots para mejorar o potencializar acciones motoras y favorecer la adquisión de patrones motores como la bipedestación y el movimiento voluntario. Otras tecnologías basadas en realidad virtual actualmente han sido las más estudiadas y las que mejores resultados ha registrado; además de aquellas tecnologías de fácil acceso como los videojuegos que aunque sencillas han sido las de mejor aceptación en los pequeños pacientes.

Tecnologías de evaluación- diagnóstico de alteraciones en el movimiento en pacientes con parálisis cerebral

Actualmente las estrategias desarrolladas para la detección tempana de trastornos del movimiento debido a la parálisis cerebral infantil en los recién nacidos no son de fácil aplicabilidad sobre todo en entornos clínicos ya que son difíciles de adquirir o son demasiado costosos sin embargo se han creado dispositivos basados en acelerómetros para detectar las diferentes alteraciones del movimiento; éstos han sido catalogados como “efectivos” debido a su fácil aplicabilidad, bajo costo y comodidad para los pacientes. (Heinze, Hesels, Breitback-Faller, Schmitz-Rode, Disselhorst-Klug, 2010)

Un acelerómetro es un dispositivo encargado de medir aceleraciones o movimientos en un determinado espacio de tiempo, se coloca en extremidades como manos y pies. Su uso se ha venido desarrollando desde los años 90 en disciplinas como la ingeniería y en los transportes terrestres para medir la velocidad, en biomédica y en neurorehabilitación su aplicabilidad es básicamente para evaluar y cuantificar los movimientos corporales humanos, consta de tres ejes X, Y, Z en un solo chip el cual incluye en el mismo la parte electrónica que se encarga de procesar las señales.

Los datos se procesan mediante el chip electrónico éste va adherido a las extremidades del paciente y envían la señal del movimiento a un software el cual mide las oscilaciones del movimiento del bebe; el neurorehabilitador presenta un registro documentado donde diariamente describe los resultados día con día para analizar el progreso de la intervención, más las diferentes aceleraciones u oscilaciones del movimiento infantil. Se emplea como método comparativo de estudio entre personas sanas y enfermas. (Heinz y cols. 2010 P 2.)

El uso de los acelerómetros ha sido determinado para detectar desordenes en el movimiento en aquellos bebes con sospecha de parálisis cerebral así fue determinado en un estudio realizado por Heinze y Cols (2010) en el cual trabajaron con 23 niños 19 sanos y 4 con alto riesgo de adquirir parálisis cerebral; la muestra de niños sanos fue mayor dado que la parálisis cerebral se presenta en uno de cada 400 recién nacidos, es decir que es difícil que la muestra sea mayor dada la incidencia. Los niños que presentaban alto riesgo eran pacientes cuyas madres habían presentado ciertas complicaciones durante el embarazo.

Tales complicaciones habían sido detectadas mediante las ecografías durante todos o algunos de los meses de gestación, se habla de complicaciones tales como hemorragias cerebrales o leucomalacia periventricular; y otras como abortos a repetición, hipoxias neonatales cesáreas de urgencia y demás. Heinze y cols (2010) realizaron un estudio comparativo con el de otro autor en el cual describían la efectividad de los acelerómetros para detectar desordenes en los movimientos espontáneos del bebé.

Estos autores emplearon los acelerómetros para observar la asimetría en la aceleración de los pies, la correlación cruzada entre mano izquierda y mano derecha y observaron la asimetría entre aceleración de la mano izquierda y el pie derecho y viceversa. Se determinó que un bebe con sospecha de parálisis cerebral presenta mayor asimetría en los movimientos espontáneos que un bebe normal también se observa que la aceleración es mayor en un hemicuerpo más que en el otro, e incluso la aceleración es mucho menor en una extremidad más que en la otra. Las medidas se tomaron en el primer mes, en el tercer mes y en el quinto mes, se observó a los niños durante 20 minutos donde se evaluó los movimientos espontáneos, los retorcimientos y por ultimo cuando él bebé es más grande se observaron los movimientos voluntarios.

Otra tecnología empleada en neurorehabilitación para evaluación son los podómetros los cuales también han sido utilizados para enfermedades como la

parálisis cerebral espástica y la hemiparesia infantil, pero su uso ha sido determinado sobre todo para el entrenamiento de la marcha en este tipo de población. Hamed (2010) en un estudio describe que la rehabilitación de la marcha en los pacientes con parálisis cerebral se logra mediante una correcta valoración inicial y final con ayuda de este tipo de tecnología ya que esta permite cuantificar los resultados al igual que los acelerómetros en un diario de campo.

Los podómetros son dispositivos encargados de contar los pasos que da una persona cuando camina o cuando corre, son de tamaño pequeño y se ajustan al cinturón del niño consta de un diámetro que varía entre 50 y 23 mm opera con pilas y tiene 7 melodías musicales que suenan al caminar o trotar, tiene un reloj de alarma que esta sincronizado con el tiempo. Toda marcha se lleva a cabo mientras el podómetro se fija a la correa del niño. Cada niño escoge la melodía de su agrado, estos sonidos sirven como retroalimentación auditiva y motriz ya que a medida que el niño camina el sonido varia de tal manera que el niño debe “caminar bien” para que la melodía no se distorsione. Cuanto mejor es la marcha del niño mejor y más placentero será el ritmo de la música.

Hamed (2010) realizo una investigación donde se tomaron 30 niños con parálisis cerebral hemipléjica con edades comprendidas entre los 6 y 8 años estos niños debían tener una calificación del tono muscular en 1 y debían ser niños que acataran ordenes además debían pararse solos sin ayuda, los dividió en dos grupos conformados por 15 niños cada uno. Un grupo lo denomino grupo de estudio y al otro grupo de control. A los dos grupos les realizo tratamiento terapéutico por 12 semanas y recibieron técnica neuro evolutiva que consistía en realizar aproximación de las extremidades superiores e inferiores y les realizo facilitación de reacciones de enderezamiento equilibrio y protección junto con estiramientos y fortalecimiento muscular.

A ambos grupos les realizo este tratamiento sin embargo al grupo de estudio les complemento el entrenamiento con la ayuda de los podómetros. Según el autor los

niños que recibieron entrenamiento con los podómetros presentaron mejoras significativas en la cadencia, en la longitud de zancada y en la velocidad de la marcha. El entrenamiento incluyo actividades como caminar hacia adelante hacia atrás hacia los lados, frente a un espejo (estimulación visual) entre barras paralelas. También actividades como caminar sobre una línea para trabajar equilibrio subir y bajar escaleras, y se entrenó a los niños marcha en campo abierto y marcha sobre superficies esponjosas, duras con y sin obstáculos.

La tecnología basada en los podómetros actualmente ha sido bien percibida en neurorehabilitación sobre todo para entrenar pacientes en marcha debido a la estimulación auditiva y motriz que éstos ofrecen al individuo. Por tanto es una herramienta que favorece la realización de la marcha y es agradable para los niños y más si se complementa con actividades de flexibilidad, motricidad y facilitación, además los resultados están cuantificados por el número de pasos pre tratamiento y post tratamiento. (Hamed, 2010)

Otra tecnología que ha sido desarrollada para evaluar alteraciones en el movimiento y que actualmente es de gran ayuda en neurorehabilitación son los laboratorios de cinemática en tercera dimensión. Éstos son técnicas de videografía digital encargados de analizar el movimiento corporal recolectando simultáneamente los datos en imágenes de tercera dimensión y en tiempo real ayudados por seis cámaras de video una pasarela y unos reflectores que van adheridos al cuerpo del paciente. En la actualidad estos laboratorios son empleados no solo en neurorehabilitación, la ortopedia y el deporte son disciplinas que se ayudan de este tipo de tecnologías para evaluar la condición cinética de un paciente además se puede emplear pre y post operatorio.

En neurorehabilitación los laboratorios de cinemática en 3D han sido empleados en múltiples ocasiones y por diferentes autores para analizar marcha sin embargo autores como: Mackey, Millerb, Waltc, Waugh, Stott (2008) describieron un estudio donde evaluaron la función motora de la extremidad superior en niños con

hemiplejia tras la aplicación de la toxina botulínica. Es decir que esta tecnología sirve no solo para evaluar marcha sino también para valorar funcionalidad y no solo de las extremidades inferiores sino también de las extremidades superiores.

Este estudio fue realizado con dos grupos de niños con hemiplejia, el grupo control tomo 15 niños pero no estaban tratados con toxina botulínica mientras que el grupo de estudio tenía aplicación reciente con este tipo de sustancia. A ambos grupos se les valoro fuerza muscular, tono muscular y funcionalidad. Luego se les realizo la valoración cinemática donde se les practico una prueba la cual consistió en ubicar a cada niño en posición sedente frente a ellos hay una mesa la cual tiene un cubo sobre ella de 4 cm y en la pared al frente de los mismos hay un círculo estacionario de 15 cm de diámetro. Los investigadores analizaron el movimiento tridimensional en dos momentos: El primero consistía en que el paciente tomara el cubo y se lo llevara a la boca; el segundo momento consistía en tocar el punto estacionario.

Según los autores en estos dos momentos se puede observar la activación de los músculos flexores de tronco, flexores de hombro flexores de codo y supinación del antebrazo: a excepción del segundo momento que requiere de la extensión completa del codo. Se fijaron en el cuerpo del paciente marcadores reflectivos en hombro, codo, muñeca, tronco y pelvis. Se tomo la imagen con un sistema de video Motion Analysis de 60 Hz y el software analizo los datos músculo por músculo.

Los resultados con esta investigación determinaron una disminución significativa en el tono muscular de los pacientes estudiados, según la escala de Ashwort además se observó que de los 10 pacientes estudiados 5 lograron realizar la extensión completa en el momento de tocar el punto estacionario frente a ellos de manera pasiva, también se observa que cinco de los 10 pacientes no lograron realizar la supinación completa. Este estudio alcanza a determinar según las escalas de funcionalidad que en alguno de los dos momentos si existe activación

distal de los músculos y que si se puede entrenar funcionalidad y motricidad en este tipo de pacientes.

Tecnologías de estimulación neuronal

Coben, Linden, Myers (2009) realizaron una revisión documental para describir las diferentes literaturas que tratan el uso del neurofeedback en niños con espectro autista el neurofeedback es una técnica terapéutica que favorece el aprendizaje neuronal induciendo de forma natural cambios electroquímicos que promueven auto regulación del funcionamiento cerebral mediante una retroalimentación visual o biofeedback. Esta tecnología tiene su base conductual de aprendizaje dada por el reforzamiento positivo ya que esta demostrado científicamente que la neurona tiene la capacidad de aprendizaje por condicionamiento operante o reforzamiento. De allí su utilización para entrenar aprendizaje. Consta de tres elementos básicos: un monitor de pantalla para el terapeuta, un monitor de pantalla para el paciente y unos sensores de electroencefalograma los cuales registran la actividad eléctrica cerebral éstos se colocan sobre el cuero cabelludo.

Mientras el niño observa en el monitor juegos en forma de números, ropa, partes del cuerpo, aprende a controlar y mejorar sus ondas cerebrales, éstas también denominadas bandas cerebrales son: delta, theta, alfa, beta y gama. Todas tienen unas funciones específicas dentro del cerebro tal como se muestra en la tabla 1. Una vez el paciente trabaja sobre estas ondas se presentan ciertos cambios dependiendo de lo que se desee tratar con cada individuo. Cuando un niño aumenta el puntaje en el juego hace que mejore su función cerebral gracias al paradigma de aprendizaje de condicionamiento o reforzamiento nombrado anteriormente. Estos procesos de condicionamiento han presentado mejoras significativas que han persistido durante un máximo de 5 a 10 años según Lubar (1995) citado por Coben, Linden, Myers (2009).

Otros autores como Laibow (1999) citado por Coben, Linden, Myers (2009) definen que el neurofeedback es una disciplina basada en una neurofisiología que mezcla neuroanatomía, neuropatología y medicina conductual donde los individuos aprenden a inhibir frecuencias de ondas cerebrales que son excesivamente generados por la enfermedad los cuales producen síntomas negativos como agresividad, impulsividad, falta de comunicación, trastornos del sueño; sin embargo el neurofeedback también tiene la capacidad de aumentar o mejorar las frecuencias especificas que son deficientes las cuales producen resultados positivos de comportamiento.

Tabla N.1 Ondas Cerebrales

Banda	Frecuencia Normal	Función	Alteración por aumento en la frecuencia
Delta	0.5- 3.5 Hz	Favorece el sueño profundo	Signo de disfunción cerebral relacionado con letargo/ somnolencia
Theta	4- 7.5 Hz	Relacionado con los procesos de aprendizaje en los niños	Trastornos de atención cognitiva
Alfa	8- 13 Hz	Relajación con ojos cerrados conciencia de si mismos	Dificultad con el aprendizaje y estabilidad emocional.
Beta	13-30 Hz	Estado de alerta y actividad	Ansiedad irritabilidad escasa integración
Gama	30 Hz	Resolución de problemas y memoria	Desconocido

Fuente: tomado de Coben, Linden, Myers. Neurofeedback for Autistic Spectrum Disorder: A Review of the Literature. 2009.

Generalmente en el espectro autista se encuentra alteración de las ondas cerebrales theta, alfa y beta. Sobre éstas los terapeutas trabajan con ayuda del neurofeedback para disminuir la actividad cerebral de dichas ondas con el fin de mejorar estados de comportamiento y aprendizaje. Siendo una herramienta eficaz para tratar estos aspectos en niños con esta enfermedad. En neurorehabilitación actualmente esta siendo investigado su uso para observar la relación entre aprendizaje y movimiento voluntario. Coben, Linden, Myers (2009).

En la actualidad existen otras tecnologías empleadas para tratamiento de enfermedades neurológicas infantiles que al igual que el neurofeedback no son invasivas y son de gran ayuda terapéutica como lo es la estimulación magnética transcraneal (EMT) esta es una "técnica neurofisiológica que permite la inducción de forma segura y no invasiva de una corriente al cerebro". "La técnica se basa en los principios de inducción electromagnética descubiertos por Michael Faraday en el siglo XIX. Sin embargo, fueron Anthony Barker y sus colaboradores quienes, en 1984, consiguieron desarrollar un estimulador capaz de despolarizar neuronas en la corteza cerebral y evocar movimientos contralaterales al activar vías corticoespinales". (Leone & Muñoz 2008 p3)

La estimulación magnética transcraneal, es un procedimiento neurofisiológico que puede ser aplicado sobre cualquier área de la corteza cerebral, en el cual, por medio de una bobina colocada sobre el cuero cabelludo, se administra un pulso magnético que atraviesa el cráneo y se convierte en impulso eléctrico, el cual va a estimular las neuronas corticales". (Castillo, García & Bojacá 2009 p1). Esta tecnología tiene diversas aplicaciones médicas, según la evidencia ha sido empleada actualmente en neurorehabilitación para estudiar su efecto en la caracterización de la hemiparesia congénita, según Staudt (2009) la hemiparesia congénita posee proyecciones ipsilaterales originados del hemisferio contralateral los cuales se proyectan hacia los músculos afectados de la mano. Tales proyecciones están aparentemente presentes en todos los pacientes con hemiparesia.

A esta conclusión llego Staudt (2009) mediante un estudio en el cual probo la estimulación magnética transcraneal en 16 niños con hemiparesia congénita donde se determinó que al realizar estimulaciones en los hemisferios contralaterales se obtenían mayores respuestas motoras en la mano afectada y al ir aumentando lentamente la salida del estimulador realizando por lo menos 5 de cada 10 estímulos se obtiene un potencial evocado motor (respuesta motora contralateral) reproducible o claramente visible mediante electromiografía.

La estimulación magnética transcraneal puede emplearse también "como complemento de otros métodos neurocientíficos en el estudio de vías motoras centrales, para el estudio de la excitabilidad cortical y para la valoración de funciones cerebrales corticales. Cuando se utiliza de manera repetitiva la estimulación magnética transcraneal es capaz de modular la actividad cerebral en la región cortical afectada más allá de la duración de la estimulación misma. Esto permite explorar aplicaciones terapéuticas, donde la EMT es utilizada para inducir cambios deseables en la actividad cerebral y normalizar alteraciones". (Leone & Muñoz 2008 p3)

Eficacia de las tecnologías ortécicas en niños con parálisis infantil hemipléjica

Tecnologías de asistencia como los aparatos ortécicos en niños con parálisis infantil hemipléjica aún siguen comprobando su eficacia en este tipo de población debido a que existe poca evidencia científica que arroje resultados acerca de los beneficios obtenidos a partir de su utilización; en la actualidad su uso prácticamente ha venido desapareciendo dadas las pocas investigaciones que avalan su uso del todo en enfermedades como la parálisis cerebral hemipléjica, investigadores como Russo, Atkins,. Haan, Crotty. (2009) Realizaron diversas pruebas a un grupo de 107 niños pre tratamiento y post tratamiento con ortésis de miembro superior Las ortésis se definen como "cualquier dispositivo aplicado a

una superficie exterior de una extremidad utilizada para “proporcionar un mejor posicionamiento y mantener la corrección de la postura en el lado afectado” y se usan en enfermedades hemipléjicas o de debilidad muscular. Sin embargo en la actualidad se observan algunas dificultades para adquirir estos dispositivos ya que su prescripción es costosa y en algunos casos la adhesión al tratamiento con aparatos ortécicos es abandonada por las familias de estos niños e incluso por los mismos niños (Russo Y Cols, 2009 P2).

En la investigación realizada cada niño utilizo un dispositivo de ortésis para miembro superior y una tecnología de asistencia tipo muleta, silla de ruedas o bastón. La prueba duro aproximadamente tres meses en los cuales se pudo concluir que de los 107 niños evaluados: 56% prefieren el tratamiento con aparatos ortécicos más que el de tecnología de asistencia el cual hace referencia a un 46%; la población restante abandono el tratamiento. (Russo Y Cols, 2009).

Lo importante de este estudio es que no avala del todo el uso de los dispositivos ortécicos ya que según los investigadores aquellos niños que usaron la ortésis presentaron aumento del tono muscular según las escalas aplicadas para su estudio como Ashwort y pese a esto aún las siguen usando otra conclusión importante es que a nivel cosmético o estético algunos de los niños del estudio prefieren no usar ningún tipo de ortésis o ayudas tecnológicas de asistencia ya que esto interfiere con su auto estima, según las pruebas psicológicas Russo Y Cols, 2009).

En Colombia se estima que un 46% de personas con hemiplejias usan algún tipo de ayuda ortécica (DANE, 2005) sin embargo existe un gran número de personas que aún no han tenido la oportunidad de adquirir uno ya sea por razones económicas o por ignorancia popular. Las ventajas o beneficios del uso de este tipo de “ayudas” aun esta pobre en cuanto a literatura se refiere ya que algunos pocos dan fe de sus beneficios sin embargo aun hace falta evidencia científica que cuantifique o mida su beneficios o por el contrario explique con más claridad sus

errores a la hora de prescribir o utilizar una ortésis moderna y/o una tecnología de asistencia y es cuestionable su uso en cuanto funcionalidad se refiere.

Tecnologías con realidad virtual y video juegos

La realidad virtual es en la actualidad el método de neurorehabilitación que posee más estimulación sensorial ya que involucra la participación activa de todos los sentidos se entiende por realidad virtual todo aquel sistema digital que involucra la participación directa del usuario mediante un interfaz de ordenador que lo sumerge en un ambiente simulando una situación real. Según pruebas experimentales el uso de la realidad virtual ha sido empleada para la estimulación sensoriomotora de aquellos pacientes con compromiso neurológico ayudando en la reorganización neuronal acelerando el proceso de recuperación según Adamovich, Fluetb, Tunikb, Merians (2009). Estos autores realizaron un estudio donde determinaron que la realidad virtual puede emplearse para mejorar en un individuo la marcha, el balance, el equilibrio y la funcionalidad de los miembros superiores e inferiores en cualquier tipo de población ya que la realidad virtual ha sido empleada actualmente como método de neurorehabilitación.

La evidencia muestra que esta tecnología ha sido empleada con éxito en niños con vértigo postural, hemiplejias y parálisis cerebral; la manera de actuar de la realidad virtual en estos individuos se da gracias a las múltiples ráfagas de estímulos que se logran mediante esta tecnología, ya sean estímulos visuales, auditivos, de vibración e incluso olfativos siendo la realidad virtual atractiva e intrínsecamente motivadora para los niños y adolescentes despertando un gran interés como nueva modalidad u opción de tratamiento. las intervenciones destinadas a rehabilitar un paciente con trastornos del movimiento debido a una disfunción neurológica pueden tener un mayor éxito si se combinan con el uso de entornos virtuales que contengan actividades de la vida diaria en las cuales el paciente está frente a un simulador con unos sensores de movimiento ya sean guantes de simulación y/o gafas virtuales y el terapeuta le indica la acción a

realizar mediante la imitación y la dificultad de la tarea logrando un gran proceso de actividad facilitando una acción motriz producida voluntariamente por el paciente el cual incorpora el movimiento a la realidad virtual.(Adamovich, Fluetb, Tunikb,Merians, 2009).

A nivel cerebral la realidad virtual actúa de manera de reorganización en el área motora crítica para la recuperación funcional. “El potencial para la recuperación funcional puede ser óptimo recurriendo a un número de procesos neurofisiológicos que ocurren después de una lesión cerebral ya que hay mayor posibilidad de plasticidad neuronal sobre todo en una fase temprana de la enfermedad ya que si no se estimulan las áreas sensorio motoras pueden sufrir un deterioro por desuso”; convirtiéndose en un problema mayor para quien padece una enfermedad neurológica. (Adamovich, Fluetb, Tunikb,Merians, 2009 p 30).

Basados en este fenómeno la realidad virtual trabaja sobre mecanismos de estimulación auditiva visual y motriz bajo estos tres aspectos es que interactúa el individuo y el terapeuta para su respectiva recuperación funcional dentro de la rehabilitación con realidad virtual se han realizado estudios donde el terapeuta facilita acciones como alcanzar objetos, marchar sobre terrenos irregulares, también se ha realizado facilitación de actividades de la vida diaria tales como comer, cepillarse, peinarse entre otros logrando grandes avances y mejorías en los pacientes según puntajes obtenidos con el Fulg. Meyer.

Otros autores como Snider, Majnemer, Darsaklis (2010) también muestran la eficacia de la la realidad virtual en niños con parálisis cerebral ya que como es sabido en la parálisis cerebral se afecta el movimiento y la postura pero con fisioterapia apoyada de nuevas tecnologías se pueden lograr grandes avances en los que se ve afectado con esta enfermedad, y aunque no existe una cura disponible o total para esta enfermedad las terapias la educación y los equipos de asistencia son de vital ayuda para este tipo de población, ya que lo que se desea es lograr una mayor independencia funcional y una participación en la sociedad.

En la actualidad el uso de dispositivos electrónicos y varias tecnologías hace atractivo un tratamiento y más si se trata con niños y adolescentes ya que la realidad virtual brinda la oportunidad de animar o recrear ambientes cotidianos dentro de un simulador electrónico permitiendo sumergir al paciente en una situación real con ayuda de sonidos reales, e incluso vibraciones reales. Otro de los beneficios del uso de esta tecnología en personas con discapacidad tiene que ver con la facilidad de éste para comunicarse con los demás, el desarrollo del dialogo social así como la promoción de competencia de habilidades y la independencia funcional.(Snider, Majnemer ,Darsaklis, 2010)

En rehabilitación se emplea la realidad virtual para mejorar aspectos motrices y alcances funcionales y en algunos casos la marcha en pacientes infantiles o la adquisición de patrones motores; todo ello se logra mediante unos sistemas de inmersión brindada por la realidad virtual dependiendo de la edad del niño y de la enfermedad como tal; éstos sistemas de inmersión se dividen en cuatro en el primero el paciente ve el medio ambiente a través de una pantalla de escritorio o unas gafas, el segundo nivel consta de una proyección de la imagen en una pared dad desde una pantalla con sonido proporcionado por un sistema de altavoces, el tercer nivel de inmersión consta de un guante el cual brinda retroalimentación táctil, y el cuarto nivel de inmersión trata de una retroalimentación de fuerza en la cual se emplean palancas de resistencia o volantes.

Según Snider, Majnemer ,Darsaklis (2010) los patrones motores se refuerzan o mejoran gracias a esta tecnología ya que está fundamentada en la teoría del aprendizaje motor al permitir que los pacientes vigilen su rendimiento a través de una representación espacial de sus movimientos a través de una pantalla del ordenador y mejoren o puedan potencializar sus movimientos; es como ver su propio esquema corporal visualizado dentro de una pantalla y mejorar aquellas acciones que ellos mismos vean como incorrectas y el terapeuta por su puesto.

La realidad virtual ofrece oportunidades para la práctica repetida lo cual es de vital ayuda para la neurorehabilitación ya que facilita la adquisición de patrones fundamentales a través de la repetición y perfeccionamiento de actividades, otro de los beneficios es la obtención de puntajes por medio de juegos virtuales esto es interesante desde el punto de vista de los niños y adolescentes ya que no se vuelve monótono el tratamiento y es divertido para los pacientes. Ahora el papel del terapeuta va más allá de un simple acompañamiento en el juego ya que facilita la exploración de entornos virtuales complejos que de otro modo seria de difícil acceso para los niños con parálisis cerebral dada las restricciones en su movilidad. Por ultimo otro gran beneficio el cual ha gustado mucho tanto a padres como a terapeutas es que con la realidad virtual no se pone en peligro la vida de los niños ni implica riesgos para la salud. (Snider, Majnemer, Darsaklis, 2010)

Existe evidencia científica que ha mostrado mejoría en las alteraciones motrices de estos niños sobre todo en el miembro superior ya que el uso del sistema de inmersión con guante facilita y es mejor para los tratamientos que tienen que ver con funcionalidad incluso en adultos con otras enfermedades tales como la enfermedad cerebro vascular. Según los autores esta conclusión se da partir de unas publicaciones basadas en observación y seguimiento pero hace falta más evidencia experimental para poder determinar más beneficios obtenidos a partir de la utilización de la realidad virtual.

Otros autores como Wang y Reid (2011) también apoyan el uso de la realidad virtual como herramienta eficaz para la realización de tratamientos en neurorehabilitación para pacientes con parálisis cerebral, autismo y niños con déficit de atención e hiperactividad. Estas autoras creen que además de la parálisis cerebral la neurorehabilitación también debe abrir sus ojos hacia aquellos niños con alteraciones cognitivas con nuevas opciones de tratamiento encaminadas hacia un objetivo central: su recuperación funcional. Los programas de realidad virtual ofrecen al individuo niveles de inmersión y de interactividad estos últimos se logran obtener mediante ciertos canales sensoriales como lo es la

vista, el oído, el tacto e incluso el olfato, mientras que la inmersión hace alusión a aquel grado en el que el niño se siente absorbido o envuelto dentro de la realidad virtual.

Para los niños con autismo y déficit cognitivos se emplea la realidad virtual centrando su atención en una sola cosa por ejemplo un animal o un objeto para evitar distracciones y falta de atención. Su musicalización en la mayoría de las veces es suave y sugiere para su utilización el acompañamiento de un acudiente o padre de familia. Dentro de las labores del terapeuta está el acompañamiento la facilitación y la realización de dificultades para la realización de la tarea o acción y la retroalimentación. (Wang & Reid, 2011)

La retroalimentación es un refuerzo que proporciona una herramienta de tratamiento eficaz el cual incrementa la atención del niño y disminuye la hiperactividad e impulsividad este procedimiento o biofeedback utiliza las señales eléctricas que son generadas por el cerebro a través de unos electrodos hacia la pantalla u ordenador generando una imagen para retroalimentar después, este tipo de terapia fue útil para niños con hiperactividad logrando centrar su atención en una sola cosa además su uso combinado con realidad virtual demostró ser una mezcla perfecta de tratamiento neurorehabilitador. (Wang & Reid, 2011)

Wang & Reid (2011) diseñaron un videojuego para usar realidad virtual en niños con déficit de atención y problemas cognitivos para reforzar el uso del biofeedback, ya que con el biofeedback se logra obtener señales de acción o señales de destino electroencefalógrafico (EEG)que es allí donde se estimula para lograr el objetivo terapéutico; con este videojuego lo que se desea es la detección de esa señal de destino con este videojuego el participante que logra la amplitud del destino hará que aparezca un dinosaurio el cual incuba un huevo dentro del entorno virtual y una parte de un rompecabezas se forma dentro de un vaso el participante deberá entonces sacar las piezas y armar el rompecabezas en el menor tiempo posible. Esta tecnología apoyada con retroalimentación ha mostrado mejores beneficios que si emplea sola la realidad virtual o sólo el biofeedback, ya

que mejora el desempeño en las tareas y los niveles de atención mejoran. Juegos con animales, dígitos y símbolos gustaron y comprobaron ser más eficientes para este tipo de población.

La combinación de juegos en 3D y técnicas de neurofeedback mejoran significativamente los resultado, actualmente en el mercado se consiguen juegos para hiperactividad, impulsividad, trastornos cognitivos y déficit de atención. Para los niños con parálisis cerebral la realidad virtual se ha integrado con el entrenamiento en pasarela rodante que es una rehabilitación eficaz para las extremidades inferiores. Kott y cols citado por Wang & Reid (20011) fueron quienes diseñaron dos escenarios virtuales para niños con parálisis cerebral los cuales muestran un mundo de fantasía virtual en el cual impulsan a los niños para dar un paso o varios pasos. En uno de los escenarios el niño tenía que salvar a las princesas si era niña o derrotar al dragón si era niño y cada vez que daba un paso iba alcanzando objetos contundentes para matar al dragón y/o salvar a las princesas. Muchos escenarios han sido creados para manejo de marcha y control postural, sin embargo su costo es elevado y prácticamente estos escenarios se encuentran en universidades.

Otros investigadores interesados en realidad virtual como Parsons, Rizzo, Rogers & York (2009) realizaron una revisión documental acerca de su utilización en neurorehabilitación pediátrica sobre todo en enfermedades como la parálisis cerebral, déficit cognitivos, deficiencias visuales, síndrome de alcoholismo fetal y pacientes con dolor; estos autores realizaron un estudio cualitativo describiendo las investigaciones que han utilizado la realidad virtual como rehabilitación. En la parálisis cerebral encontraron que Denisse Reid anteriormente nombrada en esta revisión ha hecho estudios centrados en esta enfermedad describiendo los efectos de la realidad virtual en el control postural, control motor de las extremidades superiores y balance.

Los resultados mostraron que mediante niveles de inmersión los participantes lograron actuar en diferentes actividades creando así una sensación de dominio

de la actividad y aumento de los sentimientos de autoeficacia en comparación con otros estudios no experimentales sino descriptivos. Con el uso de realidad virtual se ha podido evidenciar beneficios en control postural y en el control motor de extremidades superiores ya que los niños tratados con esta tecnología han mostrado mejor precisión a la hora de realizar las actividades propuestas por el terapeuta y han obtenido mejor alineación postural de la cabeza en relación con el tronco y estabilidad proximal. (Parsons, Rizzo, Rogers & York, 2009)

Se logra demostrar que la realidad virtual es una herramienta eficaz para tratar niños con parálisis cerebral ya que los resultados reflejan la capacidad de los pacientes para "tratar" de realizar actividades de la vida diaria y el desenvolvimiento de los niños mediante esta tecnología ejecutando tareas motoras favorables para su recuperación, habilidad y mantenimiento de su capacidad corporal. Con este estudio se logra avalar el uso de la realidad virtual en niños con parálisis cerebral, sin embargo hace falta más investigaciones dentro de este campo.

Por otro lado Parsons, Rizzo, Rogers & York (2009) encontraron otros estudios relacionados con el uso de realidad virtual pero en niños que presentaban dolor por alguna causa ya sea por enfermedades letales como el cáncer o simplemente por un dolor dental; estos investigadores observaron los múltiples beneficios que trae la realidad virtual sobre todo para distraer el dolor; ya que mediante juegos de inmersión han logrado generar en los pequeños confort y olvido del dolor un ejemplo claro de esto lo mostro un estudio en el cual varios odontólogos logran quitar el miedo a la anestesia a través de un juego en el cual los pequeños debían crear una figura humana manteniendo la boca abierta los investigadores midieron la frecuencia cardiaca observando que ésta disminuía o se mantenía con el juego en comparación con los niños que no presentaban alguna distracción inmersivas.

Otros estudios con niños que presentaban quemaduras también demuestra su eficacia para distraer el dolor mientras se limpian o curan las heridas gracias al juego de realidad virtual denominado: spiderworld o el snowworld disponibles en

el mercado; en él los niños tenían la ilusión de volar sobre la nieve ellos debían realizar el juego mientras la enfermera hacia su trabajo, encontrando que los niños se lograban concentrar en el juego olvidando la percepción dolorosa; esto se logró evidenciar gracias a las escalas de dolor pediátrica con caritas y las escalas verbales de dolor obteniendo como resultado que los niños presentaban una diminución del dolor con respecto a aquellos que no se les proporciono un juego de realidad virtual.

Para los niños con cáncer en especial para aquellos en quimioterapia se les crearon tres juegos de inmersión virtual denominados: magic carpet, sherlock hollmes misterio y séptimo invitado, todos estos juegos ayudaron según la evidencia a disminuir las sensación es producidas por la quimioterapia y el dolor según las mediciones tomadas con las diferentes escalas de ansiedad, dolor y frecuencia cardiaca a muchos de los participantes les agrado la inmersión y a sus familias. Siendo de gran ayuda para el bienestar mental de los mismos.

La modalidad empleada fue el de pantalla de escritorio ya que a través de ésta los niños presentan menos mareo y pueden simular el tocar los animales o los juegos como tal. Las calificaciones del dolor y la ansiedad disminuyeron gradualmente logrando que los niños presentaran menor percepción dolorosa. Con este estudio se puede concluir que la realidad virtual es un medio analgésico eficaz para tratar niños con dolor durante algún procedimiento médico y es un coadyuvante farmacológico útil para la reducción de la percepción dolorosa, que se puede emplear fácilmente en un consultorio o en un hospital. (Parsons, Rizzo, Rogers & York, 2009)

En enfermedades como el autismo la realidad virtual ha sido empleada para dos objetivos básicos: disminuir los niveles de distracción y generar tiempos dedicados a una tarea específica como lo plantean investigaciones anteriormente descritas por Wang & Reid, 2011, convirtiéndose esta tecnología en una promesa para la rehabilitación de ciertas habilidades en los niños con autismo, sin embargo los niños “no pueden participar en sesiones de más de cinco minutos ya que

pueden tener dificultades para cooperar .En niños con síndrome de alcoholismo fetal sin embargo se ha demostrado que aunque es eficaz para la adquisición de nuevas habilidades cognoscitivas necesita más investigaciones que respalden su uso como herramienta educativa y más acompañamiento escolar porque solo existe una investigación y requiere de otra evidencia científica para avalar su uso en este tipo de población. (Parsons, Rizzo, Rogers & York p234, 2009)

Los videojuegos han sido empleados actualmente como entretenimiento para niños, adolescentes y adultos, sin embargo la ciencia y los diseñadores de estas innovaciones han creado los mismos videojuegos que tanto gustan a los pequeños como herramienta para la salud en especial para la rehabilitación física de aquellos quienes padecen enfermedades no solo neurológicas sino enfermedades más graves y complejas como lo es el cáncer.

Estudios recientes han demostrado los beneficios que trae para la postura y el movimiento de aquellos niños en especial de aquellos que tienen parálisis cerebral como lo demuestra un estudio realizado en Canadá por Reid (2002) esta terapeuta interesada en el concepto rehabilitador visto más allá del consultorio realizó una investigación donde realizó una prueba piloto con 3 niños diagnosticados con parálisis cerebral con edades oscilantes entre los 8 y 12 años de edad, todos ellos eran capaces de comunicarse verbalmente; la intervención constaba de un videojuego creado por la misma autora apoyados de un sistema de realidad virtual, Reid (2002) plantea ciertos criterios a la hora de emplear este tipo de ayudas ya que algunos sistemas visualización como el de la cabeza son muy pesados para estos pequeños y no es muy recomendable.

Incluso este tipo de sistemas visuales en algunas ocasiones puede llegar a producir mareo por ello la autora plantea sistemas visuales apoyados de jostycsguantes y gafas especiales para una mayor inmersión sin tanta restricción para los pequeños, para este grupo de pacientes se creó un juego denominado “xtreme” realizado por la compañía Vivid GroupInc, de Toronto quienes diseñaron una cámara de video como captura y un dispositivo de seguimiento para poner al

usuario dentro de la realidad virtual “con esta tecnología el usuario es el centro de acción dentro de un mundo en la computadora donde al verse a si mismos en la computadora pueden físicamente participar en un mundo virtual.” (Reid, 2002 p2)

Este estudio fue realizado dos veces por semana durante 4 semanas en un entorno de laboratorio donde los niños estaban sentados frente a una pantalla de televisión con una cámara de video en la parte superior cada sesión duraba 90 minutos divididos en sesiones de 15 minutos donde los niños participaron en diferentes juegos en los cuales el niño podía hacer la simulación de tomar objetos de la pantalla como pelotas y juguetes, alcanzar objetos personales de aseo como cepillos dentales, champú, jabón toalla, también se puede practicar deportes como el beisbol, voleibol y futbol la última aplicación era artística y tenía que ver con pintura. Cabe destacar que este estudio fue creado para aquellos niños que tenían algún tipo de funcionalidad en miembros superiores. Los resultados obtenidos con este tipo de investigaciones iba cuantificado gracias al sistema computarizado ya que como es un juego incluye puntajes y el terapeuta toma un diario de campo con los puntajes obtenidos por el participante día con día.(Reid, 2002)

Alternativas de tratamiento actuales las existe en el mercado algunas de ellas son de bajo costo para la comunidad como lo es el nintendo Wiii con este tipo de tecnologías se han logrado grandes avances en neurorehabilitación ya que por su bajo costo y por su fácil utilización ha sido muy bien empleada y bien vista por la comunidad médica quienes hoy en día avalan su uso para tratar múltiples afecciones neurológicas entre ellos la parálisis cerebral así lo demuestra una investigación realizada en Estados Unidos con un estudio de caso de un joven con parálisis cerebral de 14 años quien estaba diagnosticado con diplejía espástica y fue tratado durante varias sesiones con aplicaciones de juego basados en deportes como boxeo, tenis, golf y bolos las sesiones durante entre 60 y 90 minutos y se jugaba en bipedestación como en sedente. El neurorehabilitador mientras tanto ejercía acciones encaminadas hacia la facilitación del movimiento y también colocaba ciertas restricciones como pesos y balancines para entrenar

balances y otras habilidades motrices (Deutsch. Borbely, Filler, Huhn, , Guarrera, 2008)

Este tipo de videojuego sirve como herramienta para tratar control postural en bípedo y sedente, balance coordinación-precisión, movilidad funcional, y habilidades visuales. Sus resultados dependen de la colaboración del paciente y por supuesto del trabajo del neurorehabilitador. Estos mismos planteamientos los hacen autores como Lange&Fling (2009) quienes creen que los videojuegos como el nintendo Wii y el Sony Play Station 2 han sido probados con el propósito de entrenamientos y muchas clínicas han estado probando su uso fuera de la plataforma para el ejercicio, interacción social y rehabilitación, ya que son de bajo costo y se pueden utilizar en cualquier sitio ya sea en casa o en escuela.

Estos autores se dieron a la tarea de indagar los beneficios de la utilización de estos dispositivos en grupos de pacientes con lesiones traumáticas, lesiones en medula espinal y hemiplejias encontrando como resultado que su uso fue de gran ayuda para este tipo de población dadas las siguientes características: son dispositivos de entretenimiento e implican motricidad de las extremidades superiores o inferiores dependiendo el juego.

Además brindan al usuario la posibilidad de entrenamiento motor empleando restricciones y facilitando movimientos que permitan la adquisición de nuevas experiencias motrices. Esto se pudo comprobar ya que este grupo de investigadores dividió a la población afectada con enfermedades neurológicas donde cada grupo jugaba con diferentes consolas de videojuegos entre ellas estaba el nintendo Wii, el Sony playStation y el EyeToy se pudo comprobar que estos dispositivos generan buen entrenamiento motor y de memoria generando nuevas destrezas para el usuario. Se cree que este tipo de intervenciones puede generar múltiples beneficios si se trabaja en grupo o individual, además motiva a los pacientes para ejecutar tareas específicas propuestas por el neurorehabilitador (Lange&Fling, 2009)

Los videojuegos también han sido empleados como entrenamiento de habilidades visuales para aquellos niños con trastornos de aprendizaje, de memoria y problemas cognitivos; según Achtman, Green yBavelier, (2008) dado el nivel de entretenimiento y programas de habilidades neurosensoriales adquiridas con este tipo de dispositivos. Otros autores como: Sandlund, Hoshi, Lind-Waterworth, &Hager.Ross, (2009) plantean un dispositivo de juego mediante computadora para entrenamiento motor de niños con alteraciones sensoriomotoras ya que el juego interactivo es una herramienta prometedora en la rehabilitación de los niños sin embargo se hace necesario presentar más evidencia científica que compruebe lo anteriormente dicho.

Estos autores diseñaron un juego de actividades dentro de las cuales los niños tenían que mover el mouse hasta alcanzar ciertos objetos en la pantalla sin embargo lo interesante de este estudio es que tenía sonidos reales y se podía entrenar a los niños realizando acciones tales como vendar los ojos colocar olores para complementar lo aprendido con el computador.Los videojuegos son herramientas empleadas no solo para divertir a los niños sino para rehabilitar y entrenar habilidades en aquellos cuyas enfermedades neurológicas estén presentes.(Sandlund, Hoshi, Lind-Waterworth, &Hager.Ross, 2009)

Neurorehabilitación con robótica

La innovación del siglo XXI en cuanto a tecnología en neurorehabilitación así puede considerarse el uso de robots para tratamiento de pacientes con enfermedades neurológicas y aunque en Colombia su uso es muy limitado o poco debido a su alto costo no está lejana su utilización debido a los múltiples acuerdos internacionales que podrían facilitar la exportación de estos Robots al país y más si es para uso rehabilitador. Se cree que su uso en terapéutica se ha venido desarrollando después de los años 90 ya que numerosas investigaciones en este campo apoyan y mejoran la productividad de las clínicas y centros de rehabilitación, porque son tecnologías novedosas que adueñan los diferentes portafolios de servicios como a los usuarios.

las múltiples investigaciones con estas tecnologías han aumentado según informes presentados en las diferentes conferencias internacionales de rehabilitación con robótica el cual abarca estudios desde 1997 hasta 2007 en él se muestra un incremento desde el 33% hasta un 80% de trabajos realizados con robots para rehabilitación neurológica. Convirtiendo a este tipo de tecnologías en la innovación del siglo XXI para transformar la practica en neurorehabilitación.

La terapéutica con robots debe ser vista como una tecnología de asistencia para los pacientes y como mano derecha de los fisioterapeutas ya que a través de estas tecnologías se pueden obtener grandes tratamientos uniendo hombre y ciencia a la vez. La práctica en neurorehabilitación con robots ha sido diseñada en pacientes con enfermedades tales como Alzheimer, accidente cerebrovascular y Parkinson, esclerosis múltiple y en niños con parálisis cerebral. (Krebs, Ladenheim, Hippolyte, Monterroso, Mast 2009)

El pionero de la robótica para personas con discapacidad fue creado en Estados Unidos a finales de los 90 en el MassachussettsInstitute of technology y lo denominaron “MIT manus” que quiere decir “mente controla mano” esta

tecnología fue configurada para ser seguro, estable y para tener gran afinidad con seres humanos al contacto físico, consta de una pantalla y una palanca que hace la simulación de ser un brazo el cual entra en contacto directo con los miembros superiores del paciente la computadora habla y retroalimenta verbalmente al paciente, el trabajo del neurorehabilitador está encaminado hacia una preparación previa al contacto del paciente con el robot donde realiza todo lo relacionado con facilitación, estiramientos y fortalecimiento, esta robot fue diseñado específicamente para los movimientos de mano trabajando sobre tres grados de movimiento flexión extensión y desviaciones radial y cubital.

En el año 2001 este robot cambio y ya no usa la palanca sino que emplea un sensor de movimiento mediante un cilindro que se activa con el contacto de los dedos como los joskstick de los videojuegos, y dispone de ocho grados de movimiento activo incluyendo oposición del pulgar. La dificultad con este tipo de dispositivo es que es demasiado voluminoso en términos de comodidad para el paciente. Otro sistema robótico fue creado para movilidad de cadera rodilla y tobillo denominado anklebot este sistema permite una gran movilidad permitiendo al paciente corregir errores en el momento de realizar la marcha sobre todo en la fase de oscilación y choque de talón; la falta de control durante estas dos fases hace que aparezcan los tropezones y por ende las caídas; este dispositivo se adhiere al paciente desde la cadera hasta el tobillo permitiendo una gran movilidad.(Krebs, Ladenheim, Hippolyte, Monterroso, Mast 2009)

Dos estudios en Boston, Estados Unidos y en Roma, Italia propuestos por los investigadores: Krebs, Ladenheim, Hippolyte, Monterroso, Mast (2009) para niños con parálisis cerebral muestra los beneficios obtenidos a partir de la utilización del robot MIT manus como ya se describió anteriormente está diseñado para miembros superiores siendo de gran ayuda para los pequeños ya que es un sistema integrado que mezcla diversión entretenimiento y novedad; este tipo de terapia fue proporcionada durante sesiones de una hora, dos veces por semana durante 8 semanas, los terapeutas eran los encargados de realizar los diferentes

posicionamientos y las fijaciones correspondientes para cada paciente se hacía énfasis en movimientos repetitivos hasta cansar al paciente. Esta tecnología mostro mejor adquisición de habilidades motrices y mejor flexibilidad en los pacientes siendo una gran ayuda terapéutica para este tipo de población. Con estas tecnologías los autores buscan una mejora significativa de la calidad de vida de los pacientes con compromiso neurológico planteando una gimnasia asistida con robots este método es novedoso y aun se siguen realizando investigaciones en otras poblaciones neurológicas como en aquellos que presentan secuelas de trauma cerebral.

En la actualidad la terapia con robots ha sido bien estudiada en adultos con accidente cerebrovascular sin embargo se han realizado pocos estudios en niños con parálisis cerebral hemiplejica uno de ellos fue realizado por investigadores como: Fasoli, Fragala- Pinkhamb,Hughesc, Hogand, Steine y Krebs (2010) quienes investigaron bajo tres parámetros la efectividad del uso de la robótica en pacientes infantiles con compromiso neurológico de tipo hemipléjico estos autores basaron su investigación en el movimiento repetitivo, la integración sensoriomotora - cognitiva y la participación en la realización de tareas motoras difíciles.

Bajo estos tres principios Fasoli y cols (2010) realizaron una adaptación de los ejercicios terapéuticos, la estación de trabajo (robot) y el protocolo de terapia pediátrica para hemiplejia. El robot se denomina IN MOTION 2 y está especialmente diseñado para trabajar con niños que presentan diferentes alteraciones neurológicas tales como hipotonía, disquinesia, diplejía y hemiplejia espástica. Consta de una pantalla frente al paciente y un jockstick con esta investigación los autores además de querer facilitar el movimiento del hombro y codo quisieron activar los músculos distales de la muñeca débil.

Dependiendo de las necesidades de cada paciente se adaptó el robot con velcros para adherir la mano al jockstick del paciente. Se reacomodo la distancia de la

pantalla, se adaptó la silla de los niños con cojines para que quedaran mas cómodos, los juegos hacían simulación de naves espaciales, destellos y animales. Se premió a aquellos niños que logran realizar el movimiento. Las sesiones se realizaban dos veces por semana una hora.

Dentro de las actividades planteadas por los autores se determinaron ciertos juegos en donde los niños tenían que “mover el brazo del robot” para alcanzar una pelota que estaba dentro de la pantalla esto simula un juego de ping pong y también existe otro juego en donde el niño imaginaba que estaba conduciendo un carro y no debía golpear las paredes para ello debía mover el brazo débil hacia la pantalla del robot. Mientras los niños jugaban se observa en el monitor del ordenador los diferentes puntajes obtenidos a partir de su realización por ejemplo cuantos pelotazos dan a la pared cuantas veces fueron golpeadas las paredes por el carro, entre otros. Esto le permite al neurorehabilitador observar que actividad y que músculos se activaron con la ejecución de las acciones.

Los resultados para evaluar la calidad de la extremidad superior afectada se obtuvieron mediante el examen de habilidades QUEST Ya que este mide la calidad del miembro superior en cuatro dominios: el movimiento disociado, alcances funcionales extensión de movimiento y sostén de peso. Otro examen funcional es el FULLG MEYER que mide la capacidad para realizar acciones de coordinación, agarres y alcances funcionales y se midió tono muscular con escala de Ashworth. Con este estudio se concluye que con el uso de la robótica se pueden obtener cambios significativos en la coordinación y en los movimientos disociados de la mano afectada. Además es un estudio que va de la mano con la neurorehabilitación ya que toma medidas cuantificables y arroja datos de mejoría importantes en este tipo de población en cuanto a movimiento y en una proporción más pequeña en cuanto a tono muscular. (Fasoli y cols, 2010)

Por otro lado una investigación más actual realizada Por Fluet ,Qiu, Heta. Parikh, Ramirez, Saleh, Adamovich (2010) muestra un sistema actual y una versión

mejorada de los anteriores robots mezclada con algo de realidad virtual para el tratamiento motor de la extremidad superior de niños con parálisis cerebral. En este estudio los investigadores construyen un sistema robótico sensible al tacto este tratamiento logro ser muy eficaz para la disminución del tono muscular comprobado por la escala de Ashworth y ha logrado ser de gran ayuda según las medidas significativas de Melbourne para la función unilateral del miembro superior; este estudio demuestra que si se puede entrenar funcionalidad en un paciente con hemiplejia a través de un sistema robótico táctil y de un sistema virtual al mismo tiempo; es un estudio que combina realidad virtual con robótica generando un gran potencial rehabilitador.

Esta investigación es la primera que mezcla las dos tecnologías en pro del movimiento y de la funcionalidad del miembro superior para niños con hemiplejias; y de todos los sistemas robóticos y de realidad virtual es el que mejores resultados ha obtenido sobre todo en tono muscular y motricidad de muñeca codo y hombro. Es muy recomendado en estados unidos y ha sido la revolución de este siglo; ya que permite al paciente involucrar sus movimientos con un interfaz de ordenador a través de una pantalla que habla presenta juegos e interactúa con el usuario a través de una mano sumergiéndolo en un mundo cotidiano para éste. Tecnologías actuales y que mezclan interactividad con movimiento son las más llamativas por los profesionales a nivel mundial ya que presentan evidencia científica que los respalda y avala sus resultados para población pediátrica.

El uso de estas tecnologías en Colombia no están tan lejanas debido a los múltiples tratados comerciales actuales esto traería grandes beneficios para la investigación profesional y para los pacientes con enfermedades neurológicas en nuestro país sin embargo hace falta mas evidencia científica acerca del uso de estas tecnologías en pacientes con enfermedades neurológicas infantiles en nuestro país ya que hay poca literatura nacional referente al tema.

CONCLUSIONES

La tecnología basada en acelerómetros es un método eficaz de diagnóstico de la parálisis cerebral, ya que determina según la aceleración de los movimientos espontáneos de los bebes unas oscilaciones que darán una sospecha de diagnostico de alteración motriz. En la hemiparesia es de gran ayuda ya que las aceleraciones serán asimétricas siendo mayores de un lado del cuerpo mas que del otro. Y aunque en la actualidad no existe un número exacto para determinar un valor “normal” del patológico si se puede sospechar o determinar la presencia de una enfermedad tipo parálisis cerebral con el empleo y el conocimiento adecuado de los acelerómetros.

Los podómetros generalmente se usan para pacientes con compromiso en la marcha son efectivos para medir los pasos que hace una persona con este método se mejora la cadencia, longitud de zancada y velocidad de la marcha. Es una tecnología efectiva como entrenamiento es divertida, agradable no es incomoda y es de fácil utilización.

Los laboratorios de cinemática en 3D sirven para cuantificar, medir, evaluar los movimientos de los pacientes con compromiso motor tanto de los miembros superiores como de los inferiores es una de las más empleadas en los principales centros de neurorehabilitación a nivel mundial se puede emplear tanto pre operatorio como post operatorio es una herramienta eficaz para medir las evoluciones en diferentes tratamientos de neurorehabilitación. Se usa en pacientes con hemiplejia y parálisis cerebral.

La tecnología con neurofeedback actualmente esta siendo combinada con otros métodos terapéuticos para mejorar o potencializar acciones motrices encaminadas hacia l mejoramiento cinético de los pacientes se sugieren mas investigaciones en este campo en el país.

La estimulación magnética transcraneal ha sido empleada para enfermedades como el ECV el Parkinson y en enfermedades infantiles como herramienta importante en la caracterización de pacientes con hemiparesia congénita en este punto su aplicación es recomendable en todo tipo de neurorehabilitación pediátrica ya que proporciona información útil sobre el pronóstico y la caracterización sobre el trastorno del movimiento en un niño además favorece los movimientos en el lado afectado.

El empleo de las ortésis como tecnología de asistencia aun sigue presentando poca evidencia científica en cuanto a resultados de mejoramiento en tono muscular y en funcionalidad, su uso ha venido disminuyendo debido a la poca evidencia científica que avalan su efectividad en pacientes con hemiparesia, se recomienda investiga mas a fondo su comercialización usos y beneficios en este tipo de población.

Las nuevas tecnologías basadas en realidad virtual y robótica son las que presentan una completa estimulación y mejores resultados evidencian en cuanto a motricidad para pacientes con compromiso neurológico. Sin embargo su uso y comercialización hacia nuestro país aun sigue siendo pobre.

Los videojuegos actualmente están siendo estudiados en varios campos como medicina deportiva y ortopedia para mejorar funcionalidad y recuperar motrizmente a un paciente que lo requiera en especial a los niños y jóvenes debido a su practicidad entretenimiento y comodidad, se sugiere su uso para consultorios de neurorehabilitación ya que la evidencia presenta varios beneficios a nivel muscular, motor y funcional.

Referencias

Achtman, R. Green, C. Bavelier, D. (2008). Video games as a tool to train visual skills. *Restorative Neurology and Neuroscience. (26)* 435-446

Andamovich,S. Fluet,G. Tunik, E. Merians A. (2009). Sensorimotor training in virtual reality: A review. *Neurorehabilitation. (25)* 29-44

Coben,R. Linden,M. Myers,T. (2010). Neurofeedback for Autistic Spectrum Disorder: A Review of the Literature.ApplPsychophysiol Biofeedback: (35):83-105

Deutsch,J. Borbely, M. Filler, J. Huhn, K, Guarrera, p (2008). Use of a Low-Cost, Commercially Available Gaming Console (Wii) for Rehabilitation of an Adolescent With Cerebral Palsy. PhysicalTherapy 88 (10) 1196- 1203

Guerrero Pupo, J. Amell muñoz, I. Cañedo Andalia, R.(2009) Tecnologia, tecnología médica y tecnología de la salud: algunas consideraciones básicas. Acimed (12) 1-16

Heinz,F.Hesels,K.Breitback-Faller,N.Schmitz-Rode,T.Disselhorst-Klug,C.(2010). Movement analysis by accelerometry of newborns and infantsfor the early detection of movement disorders due to infantile cerebral palsy.medicine and biology engienieringcomput. (48). 765-772.

Krebs,H. Ladenheim, B. Hippolyte, C. Monterroso, L. Mast, J.(2009). Robot-assisted task-specific training in cerebral palsy.Developmental medicine & child neuology. 51(4): 140-145

Nuncio,R. Atkins,R.Haan,E.Crotty,M. (2009). Upper limb orthoses and assistive technology utilization in children with hemiplegic cerebral palsy recruited from a population register. Developmental neurorehabilitation. 12 (2): 92-99

Parsons, T. Rizzo, A. Rogers, S. York, P. (2009).Virtual reality in paediatric rehabilitation: A review. Developmental neurorehabilitation. 12 (4): 224-238

Reid,D. (2002).Benefits of a virtual play rehabilitationenvironment for children with cerebral palsy on perceptions of self-eficacy: a pilot study. Pediatric rehabilitation. 5 (3): 141-148

Staudt,M.(2009).The role of transcranial magnetic stimulation in the characterizationof congenital hemiparesis.Developmental medicine & child neurology.

Sayed,N. (2010). Pedometer-based gait training in children with spastic hemiparetic cerebral palsy: a randomized controlled study. Clinical rehabilitation. 25: 157-165

Snider,L.Majnemer,A. Darsaklis, V. Virtual reality as a therapeutic modality for children with cerebral palsy (2010) . Developmental neurorehabilitation. 13 (2): 120-128

Sandlund,M. Hoshi, K. Lind-Waterworth, E. Hager.Ross, Ch.(2009).A conceptual framework for design ofinteractive computer play in rehabilitation of children with sensorimotor disorders.Physical Therapy Reviews. 14 (5): 348-353

Lange, B. Flynn, S. Rizzo, A. (2009). Initial usability assessment of off-the-shelfvideo game consoles for clinical game-based motor rehabilitation. Physical therapy review. 14 (5) 355-361

Leone,P & Muñoz T (2008).Estimulacion Magnetica Trascraneal: fundamentos y potencial de la modulación de redes neuronales especificas. Revista de neurología (46) 3-10

Sinkjaer, T. Popovic. D.(2009). Neurorehabilitation Technologies – Presentand Future Possibilities .Neurorehabilitation.. 1-3

Fasoli, S. Pinkhamb, M. Hughesc,R.Hogand,N. SteineJ. Krebsd.H. (2010). Upper limb robotassisted therapy: A new option for children withhemiplegia. Technology and disability (22): 193-198

Mackeya, A.Millerb, F. Waltc, S.Waughd,M.Stotta, N.(2008). Use of three-dimensional kinematic analysis following upper limb botulinum toxin A for children with hemiplegia.European Journal of Neurology (15) 1191-1198

Fluet,G. Qiu,Q. Donna,K. Parikh,H. Ramirez,D. Saleh, S. Andamovich, S.(2010). Interfacing a haptic robotic system with complex virtual environments to treat impaired upper extremity motor function in children with cerebral palsy.Developmentalneurorehabilitation. 13 (5): 335-345

Wang, M. Reid, D. (2011). Virtual Reality in Pediatric Neurorehabilitation: Attention Deficit Hyperactivity Disorder, Autism and Cerebral Palsy. Neuro epidemiology (36): 2-18

Castillo,G. Garcia, G &Bojaca,G. (2009). La estimulación magnética transcraneal (EMT) en la evaluación y el tratamiento del ataque cerebrovascular(acv). Recuperado el 11 de enero de 2012de http:// http://www.acnweb.org/acta/acta_2009_25_4_262-266.pdf

Registro del Dane (2005) discapacidad. Recuperado el 14 de febrero de 2012 de http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/discapacidad/identificacion%20en%20los%20territorios.pdf

.