

CAPITULO 40: OPTIMIZANDO EL DESEMPEÑO MOTOR Y LA SENSIBILIDAD DESPUÉS UN DAÑO CEREBRAL

Annie McCLUSKEY^{1,2} *Natasha A LANNIN*^{3,4} *Karl SCHURR*² & *Simone DORSCH*^{2,5}

¹ *Disciplina de Terapia Ocupacional: Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad de Sidney, Campus Cumberland, Lidcombe, Nueva Gales del Sur, Australia*
(Correo electrónico: annie.mccluskey@sydney.edu.au).

² *The StrokeEd Collaboration, PO Box 3105, Regents Park, Sydney, Nueva Gales del Sur, Australia*
(Correo electrónico: kschurr@bigpond.net.au).

³ *Alfred Health, 55 Commercial Road, Prahran, Victoria 3181, Australia.*

⁴ *Universidad de La Trobe, Bundoora, Victoria 3086, Australia*
(Correo electrónico: n.lannin@latrobe.edu.au).

⁵ *Escuela de Fisioterapia, Universidad Católica de Australia, PO Box 868, Sidney norte, Nueva Wales del Sur, Australia* (Correo electrónico: simone.dorsch@acu.edu.au).

Cita: McCluskey A, Lannin NA, Schurr K, & Dorsch S. (2017). Capítulo 40: Optimizando el desempeño motor y la sensibilidad después un daño cerebral. En M Curtin, M Egan y J Adams (Eds.). *Terapia Ocupacional para personas con enfermedades, lesiones o deficiencias: Promoviendo la ocupación y la participación* (7ª edición., Página 582-609). Edinburg: Elsevier.

Agradecimientos: Traducción del capítulo de inglés a español realizada por **Mireya Osorio Verdejo**, Kinesióloga y **Sebastián Contreras Marcone**, Kinesiólogo. Centro Comunitario de Rehabilitación Física. La Pintana, CHILE.

RESUMEN

Este capítulo proporciona un marco de referencia para optimizar el desempeño motor y la sensibilidad en adultos que presentan deficiencia o daño cerebral. El foco principal de este capítulo está puesto en personas secuestradas de Accidente Cerebrovascular y Traumatismo Encéfalo Craneano, sin embargo, el contenido puede aplicarse a adultos con otras afecciones neurológicas. Las tareas de comer y beber se usan como ejemplos a lo largo del capítulo. Se identifican las habilidades y los conocimientos que se requieren por parte de los terapeutas, incluido el conocimiento del comportamiento motor, los componentes esenciales del alcance para agarrar un objeto, alcance en sedente, cómo identificar estrategias compensatorias, y cómo desarrollar y probar hipótesis de movimiento. Se discuten los factores que mejoran la adquisición de habilidades, incluyendo la especificidad de la tarea, la intensidad de la práctica y la retroalimentación oportuna, con las implicancias en las habilidades de enseñanza que requieren los terapeutas. Finalmente, se proporciona un resumen de las intervenciones basadas en la evidencia para mejorar el rendimiento motor y la sensibilidad, las cuales incluyen: el entrenamiento de intensidad alta, entrenamiento de tareas específicas, la terapia de espejo, la práctica mental, la estimulación eléctrica y la terapia por restricción del lado sano.

Puntos claves:

1. El conocimiento esencial requerido en rehabilitación neurológica incluye una comprensión del comportamiento motor normal, la biología muscular y de adquisición de habilidades.
2. Es posible observar el funcionamiento anormal del desempeño motor durante una tarea como alcanzar una taza y compararlo con el rendimiento esperado. Luego se pueden establecer y probar hipótesis sobre la o las causas del movimiento anormal.
3. La parálisis, debilidad y pérdida de coordinación afecta el desempeño motor de la extremidad superior. Para mejorar el rendimiento después del deterioro cerebral, los terapeutas deberían centrarse principalmente en mejorar la fuerza y la coordinación.
4. Muchas personas con deficiencias o daño a nivel cerebral tienen dificultades para comprender las instrucciones, los objetivos y la retroalimentación. En consecuencia, pueden errar en la práctica de los ejercicios indicados. Para enseñar a las personas nuevas habilidades, los terapeutas deben ser buenos entrenadores.
5. El rendimiento motor y la sensibilidad pueden mejorar utilizando estrategias de bajo costo y basadas en evidencia, como el entrenamiento de alta intensidad, repetitivo, específico a la tarea, terapia de espejo, práctica mental, estimulación eléctrica y terapia por restricción del lado sano.

1. Introducción.

Las lesiones de la motoneurona superior generalmente causan deficiencias tales como parálisis, debilidad muscular y pérdida de la sensibilidad. Estas deficiencias pueden limitar la participación en tareas cotidianas como comer. El *control motor* es un término comúnmente utilizado en rehabilitación (Shumway-Cook, 2012; van Vliet y cols., 2013) y se refiere al control de movimientos, como el alcance para agarrar una taza y ponerse de pie. Los Terapeutas Ocupacionales y los Fisioterapeutas trabajan sobre las deficiencias motoras y sensoriales que interfieren con tareas tales como agarrar una taza y sentarse con seguridad en el inodoro.

El objetivo de este capítulo es proporcionar un marco de referencia que ayude a los terapeutas a observar, analizar y medir de forma sistemática las deficiencias motoras y sensoriales. Se describirán intervenciones específicas basadas en la evidencia que pueden impulsar la neuroplasticidad. Los terapeutas necesitan buscar de forma proactiva la actividad muscular y la sensibilidad. No es suficiente con enseñarle a una persona técnicas de compensación utilizando una sola mano, o esperar a que ocurra la recuperación.

2. Habilidades esenciales, conocimiento y actitudes para mejorar el rendimiento motor.

Los terapeutas deberían considerarse a sí mismos como "científicos del movimiento" (Carr y cols. 1987, Refshauge y cols. 2005). Un científico del movimiento utiliza conocimientos especializados de ciencia básica (por ejemplo, neuroplasticidad, biología muscular), ciencia aplicada (por ejemplo, biomecánica de movimiento normal y control motor), educación y aprendizaje de adultos (por ejemplo, estrategias de entrenamiento, retroalimentación y práctica) para informar del análisis de la situación de la persona y del proceso de entrenamiento. Se utilizan instrumentos confiables y válidos para medir el cambio en el rendimiento y para evaluar la efectividad de la

intervención. Las revisiones sistemáticas y los ensayos controlados aleatorios se evalúan críticamente y sus implicancias clínicas se utilizan para guiar el tratamiento. El primer paso en este proceso implica el análisis de movimiento, donde los terapeutas identifican los componentes esenciales que faltan o que se encuentran disminuidos. Luego, los terapeutas pueden formular hipótesis acerca de cuáles son las deficiencias que pueden estar causando los problemas de movimiento y cuáles son las estrategias compensatorias que la persona está ocupando, con esta información el terapeuta puede definir de manera precisa el foco de la intervención. Es esencial para los terapeutas comprender las deficiencias que contribuyen a los problemas de movimiento después de un accidente cerebrovascular o una lesión cerebral.

3. Analizando el Movimiento.

El análisis del movimiento implica observar a una persona mientras intenta una tarea, y luego comparar con el movimiento "normal". Para realizar esto los terapeutas necesitan comprender la biomecánica del movimiento normal, incluida la cinemática y la cinética. Para ilustrar el proceso de análisis del movimiento se describirá la biomecánica del alcance para agarrar un vaso o taza.

3.1. Alcance para agarrar, movimiento normal.

La cinemática y la cinética del alcance para agarrar un objeto ya ha sido descrita (Alt Murphy & Häger, 2015). La *cinemática* se refiere a lo que se puede ver (es decir, desplazamientos angulares, velocidad y aceleración). Por ejemplo, cuando una persona realiza un alcance para agarrar un vaso o una taza, como se muestra en la Figura 1, se pueden ver movimientos de flexión del hombro y abducción del pulgar. La *cinética* (o fuerzas) que causan estos desplazamientos puede inferirse, pero no observarse directamente. En el ejemplo que se muestra, los músculos deltoides anterior y abductor del pulgar, respectivamente, causan los desplazamientos angulares que observamos.

Es útil tener un marco de referencia cuando se analiza el alcance para agarrar un objeto. El alcance normal para agarrar un objeto se puede dividir en tres fases: transporte, preformado y agarre (ver Tabla 1). Cada fase

involucra componentes esenciales que son necesarios para un rendimiento eficiente (Carr & Shepherd, 2010). Estos componentes esenciales se describirán sucesivamente.

Figura 1. Transporte y preformado de la mano en el alcance para agarrar un vaso.

Estas ilustraciones presentan la cinemática del alcance (es decir, lo que se puede ver). 1a y 1b muestran la trayectoria de la extremidad superior (la fase de transporte) y el preformado de los dedos y el pulgar.

Figura 1a.



A medida que la mano se transporta hacia adelante, el hombro se mueve en flexión anterior, rotación externa [permitiendo que la mano y el pulgar alcancen el vaso], la flexión del codo y luego la extensión del codo.

Figure 1b.



Figura 1c.



Figura 1c muestra la extensión de la muñeca y el antebrazo en posición neutra (entre pronación y supinación). A medida que ocurre el preformado, los dedos se flexionan y rotan ligeramente (en las articulaciones metacarpianas), produciendo oposición de pulpejos en preparación para el contacto con el vidrio. El pulgar se abduce para crear un espacio para el vaso, pero también se rota en la base del pulgar, lo que permite la oposición de pulpejos.

Tabla 1. Fases y componentes esenciales del alcance para agarrar un vaso: Un marco para el análisis.

Fase	Componentes esenciales	Músculos primarios
Transporte:	Rotación externa de hombre	Infraespinoso, supraespinoso, redondo menor, deltoide posterior.
	Flexión de hombre	Deltoide anterior, pectoral mayor y menor, coracobraquial, biceps braquial.
	Protracción de hombre	Serrato anterior, pectoral mayor
	Flexión y extensión de codo	Biceps braquial, braquial, triceps braquial, braquiorradial.
Pre-formado:	Desviación cubital o radial	Flexor y extensor cubital, flexor radial del carpo y extensor radial (corto y largo) del carpo.
	Supinación	Supinador y biceps braquial
	Extensión de muñeca	Extensor radial largo del carpo, extensor cubital del carpo.
	Abducción del pulgar	Abductor largo y corto del pulgar.
	Oposición del pulgar	Oponente del pulgar (abducción y flexión del pulgar en la articulación carpometacarpiana del pulgar permite la oposición pulpejo a pulpejo del pulgar con los dedos)
	Extensión metacarpofalángica	Extensor de los dedos, extensor del índice, y extensor del meñique.
	Flexión interfalángica	Interoseo, lumbricales, flexor superficial de los dedos, y flexor profundo de los dedos.
	Abducción del los dedos	Interoseos.
Agarre:	Flexión metacarpofalángica.	Interóseos, y lumbricales.
	Flexión interfalángica.	Interóseos, lumbricales, flexor superficial de los dedos y flexor profundo de los dedos.
	Aducción y flexión del pulgar.	Adductor del pulgar, 1 ^{er} interóseo dorsal, flexor largo y corto del pulgar, y oponente del pulgar.

El *transporte* se refiere al movimiento (trayectoria) de la extremidad superior hacia el vaso. Los componentes esenciales incluyen la flexión del hombro, la protracción y la rotación externa para mover la extremidad hacia adelante, con diversos grados de flexión y extensión del codo, dependiendo de la altura y la distancia del alcance. Cuando una persona adulta alcanza un vaso que está cerca (por ejemplo, dentro del 60% de la longitud de la extremidad superior), hay una mínima flexión de la cadera o movimiento del tronco (Dean y cols. 1999a). Al alcanzar un vaso que está ubicado a una distancia igual o superior al largo de la extremidad superior (por ejemplo, 100% o 140% de la longitud), las caderas también se flexionan para transportar el tronco y la extremidad superior hacia el vaso. El desplazamiento del tronco a través de la flexión de la cadera se observa anteriormente en la secuencia de movimiento cuando las personas buscan objetos más alejados. Es posible que el codo no se extienda por completo al final del alcance (véanse las Figs. 1b y 1c), a menos que esa sea la única forma en que se puede alcanzar el objeto (véanse las Figs. 2a a 2c).

El *preformado* de la mano, los dedos y el pulgar comienza casi simultáneamente con el transporte de la extremidad superior. El preformado implica anticipar y posicionar las articulaciones involucradas según la forma y el tamaño de la taza. El antebrazo en la Figura 1 está a medio camino entre la supinación y la pronación, la muñeca está extendida y el pulgar abducido, con suficiente extensión metacarpo-falángica para que los dedos se ajusten alrededor del objeto. Las articulaciones interfalángicas de los dedos

permanecen curvadas, replicando la forma de la copa de vino que se muestra. Los dedos también pueden estar ligeramente abducidos.

El *agarre* comienza cuando los dedos y el pulgar tocan el objeto. La flexión de la articulación metacarpofalángica e interfalángicas, la aducción del pulgar y la rotación en conjunto del pulgar y los dedos permiten agarrar y aplicar la misma fuerza desde cualquier lado de la copa, manteniendo la copa vertical en preparación para beber. Si falta alguno de estos componentes esenciales, la persona deberá usar estrategias compensatorias para alcanzar, preformar la mano y realizar el agarre. Las estrategias compensatorias se discuten más adelante en este capítulo.

Al alcanzar un objeto, el cerebro selecciona automáticamente la trayectoria más apropiada de la mano, decide cuándo comenzar a ejecutar la forma adecuada y anticipa cuánta fuerza de agarre usar según la experiencia y la información visual. Hay aceleración inicial de la mano seguida de desaceleración antes del agarre. La proporción de tiempo asignada a la aceleración y desaceleración variará según la naturaleza del objeto (por ejemplo, una copa de vino v/s un tazón) y la intención de la persona (por ejemplo, tomar un cuchillo para cortar alimentos o colocar el cuchillo en el fregadero). Además, puede ser necesario realizar adaptaciones a estas fuerzas anticipatorias al momento de agarrar el objeto.

Este proceso de alcance normal ocurre con poco o ningún pensamiento consciente. El agarre se basa en las propiedades *intrínsecas* del objeto, como la forma, el tamaño y la fragilidad

percibida (por ejemplo, un vaso de plástico frente a una copa de vino) y factores *extrínsecos*, como la distancia del objeto y si la persona está sentada o de pie.

El “timing” y la sincronización del alcance requieren una observación cuidadosa y sistemática para reconocer las diferencias y compararlas con los componentes esenciales esperados. Por ejemplo, en adultos sanos, el transporte de la extremidad superior comienza casi simultáneamente (Van Vliet 1998), aunque el brazo comienza a moverse ligeramente antes de que el pulgar y los dedos se abran.

Figura 2. Alcance en sedente (Vaso ubicado dentro de la longitud de la extremidad superior, luego a un 100% de la longitud de la extremidad superior).



En resumen, cuando se realiza un alcance hacia el vaso, el brazo comienza a moverse ligeramente antes de que la mano se abra. Cuando se buscan objetos cercanos, el codo generalmente permanece flexionado, con la flexión del hombro y la rotación externa que ayudan a transportar la mano hacia adelante. Al alcanzar objetos distantes, la flexión del tronco y la cadera ayudan a transportar las manos hacia adelante junto con la flexión del hombro, la rotación externa y la extensión del codo. Estas características a menudo se denominan componentes “esenciales” (Carr & Shepherd 2010).

El alcance para agarrar un objeto se ha investigado en niños (Zoia y cols. 2006) y se ha comparado con el alcance en adultos. Si el tamaño del objeto y la distancia varían, los niños de 5 años y los adultos muestran estrategias de alcance muy similares. Las principales diferencias son la mayor duración del movimiento y los tiempos de desaceleración y una mayor apertura de la mano en niños de 5 años. Las personas con deficiencias sensoriales que presentan inseguridad en el agarre también podrían realizar un alcance con una apertura mayor que la necesaria.

En la figura 2a y 2b, hay una mínima flexión de cadera y desplazamiento de tronco cuando la persona realiza un alcance para agarrar el vaso el cual está dentro de la longitud de la extremidad superior. Su codo se mantiene flexionado incluso cuando agarra el vaso. En la figura 2c, el vaso se ha ubicado dentro de la longitud de la extremidad superior y en el lado afectado. La flexión de cadera y hombro, y extensión de codo todo ayuda a esta persona a transportar de manera exitosa su mano hacia adelante.

3.2 Ajustes posturales en sedente.

En la siguiente sección, se proporciona un resumen de los ajustes necesarios para mantener la posición sedente al alcanzar una taza y qué características se deben observar al analizar la posición sedente. El objetivo es analizar y entrenar el sedente y la activación de los extensores de la extremidad inferior, no el alcance de la extremidad superior. La atención se centra en los músculos de la extremidad inferior porque son esenciales para sentarse, y es más probable que se vean afectados por una lesión motora superior que los músculos del tronco. Son principalmente ambas extremidades

inferiores, no los músculos del tronco, los que evitan que la persona se caiga cuando se realiza un alcance anterior o lateral. Se discutirán otras características, incluida la *base de sustentación, distancia del alcance y dirección del alcance*. Estos factores pueden manipularse durante el análisis y la práctica, para facilitar o dificultar el alcance en sedente.

Cuando se realiza el alcance de una taza en sedente, se conoce intuitivamente y de manera anticipada lo que sucederá con el alcance hacia anterior, hacia los lados o hacia el suelo, esto en respuesta al efecto de la gravedad. El sistema de control motor anticipa qué músculos son necesarios para mantener el equilibrio y evitar caídas. Estos ajustes posturales son necesarios, por ejemplo, mientras una persona se viste o va al baño. La base de sustentación, la dirección y la velocidad con la que se realiza el alcance, influyen en la actividad muscular requerida. (Dean y cols. 1999a, 1999b).

La base de sustentación son los pies y los muslos cuando se está sentado con los dos pies en el suelo (ver Figuras 2a a 2c). Cuando se avanza hacia delante más allá de esta base de sustentación, los músculos de las extremidades inferiores son fundamentales para mantener una postura erguida (Dean y cols. 1999a, 1999b). Por ejemplo, cuando se busca un vaso al 140% de la longitud de la extremidad superior, el tibial anterior se contrae antes que el deltoides anterior. El sóleo,

cuádriceps y el bíceps femoral se contraen poco después para controlar el movimiento hacia adelante del tronco. (Dean y cols. 1999a, Crosbie y cols. 1995). *Ver Fig 3a a 3F*.

Si el soporte del muslo se reduce cuando se realiza el alcance anterior, la contribución de los músculos de las extremidades inferiores aumenta (Dean y cols. 1999b). Si ambos pies no están apoyados en el piso, la base de sustentación serán solo los muslos (vea la Figura 3f). En consecuencia, no se podrán hacer ajustes posturales utilizando los músculos grandes que cruzan las rodillas y los tobillos, ya que los pies no se pueden estabilizar en el piso, con esta base de sustentación más pequeña, solo los músculos alrededor de la cadera ayudan a mantener la posición sedente y previenen una caída. Por lo tanto, la distancia de alcance se reduce significativamente cuando ambos pies no están apoyados en el suelo.

La dirección hacia la cual se realiza el alcance también influye en la actividad muscular de la extremidad inferior. Alcanzar una taza en el lado derecho da como resultado un aumento en la activación de los extensores de la extremidad inferior derecha (Dean y cols. 1999b). Una amputación de la extremidad inferior reducirá la distancia que una persona puede alcanzar hacia el lado amputado cuando no usa la prótesis (Chari y Kirby, 1986).

Figura 3. Ajustes posturales requeridos para permanecer en posición sedente al ejecutar el alcance de un vaso a distancias mayores que la longitud de la extremidad superior.

Figure 3a.



Figure 3b.



Figura 3a: A esta mujer se le pidió alcanzar un vaso con su lado no afectado a una distancia que sobrepasa la longitud de su extremidad superior. Sus muslos y pies conforman la base de sustentación. Ella mira el objeto, comienza el pre-formado de su mano, anticipa el efecto que la gravedad tendrá en la base de sustentación mientras levanta su brazo, luego transporta la extremidad hacia adelante. En este movimiento ella empuja el suelo con sus pies para evitar caerse hacia adelante cuando eleva el brazo. En la figura 3b se observa como completa la tarea.

Figures 3c.



Figure 3d.



Figura 3c: Esta mujer está realizando el alcance de un vaso ubicado a una distancia superior a la longitud de su extremidad superior, el alcance lo hace hacia su lado afectado. Esta tarea es difícil para ella, ya que requiere una mayor actividad extensora de la extremidad inferior izquierda. Si ella no empuja a través de su pie izquierdo, caerá hacia delante y hacia la izquierda.

Figura 3d: Ilustra el traslado del peso hacia adelante y hacia la izquierda.

Figure 3e.



Figura 3e: Muestra una sesión de entrenamiento que involucra la práctica del alcance en sedente. Esta mujer está practicando el alcance de un vaso ubicado más allá de la longitud de la extremidad superior, sobre su lado sano. Cuando mejore su habilidad y control motor, practicará colocando el vaso en el lado izquierdo de la mesa. Sus pies están en el suelo y sus muslos bien apoyados. La cinta adhesiva marca la posición correcta del pie.

Figure 3f.



Figura 3f: La altura del asiento se ha elevado, y los pies de esta mujer no están apoyados en el piso y no puede empujar con sus pies. En consecuencia, el alcance anterior que puede realizar es limitado. Para optimizar un alcance exitoso, la base de sustentación debe ser considerada y planificada.

La investigación sobre el alcance normal en sedente, se puede aplicar durante la evaluación y el entrenamiento de personas con dificultades para mantener la alineación durante esta actividad.

Por ejemplo, si una persona no puede generar suficiente fuerza de extensión en la extremidad inferior para evitar caer mientras realiza un alcance anterior, la persona tendrá que aprender a activar los músculos extensores. El alcance será más fácil cuando exista un apoyo máximo de los muslos y cuando los pies estén apoyados en el suelo. La persona logrará el alcance con mayor éxito si primero se le pide que alcance un objeto dentro de la longitud de la extremidad superior. Esta práctica le permitirá a la persona aprender a controlar la flexión de la cadera y el movimiento hacia adelante del tronco, esto debe suceder antes de buscar un

alcance que supere la longitud de la extremidad superior.

Una menor actividad muscular es requerida en la extremidad inferior afectada si la persona realiza el alcance hacia el lado no afectado. Por lo tanto, durante la evaluación y el entrenamiento, será más fácil para la persona alcanzar un vaso utilizando el lado no afectado. A medida que la persona logra la actividad, la superficie de apoyo de los muslos puede ser reducida para aumentar la fuerza requerida en las extremidades inferiores.

El Feedback también ayuda a aumentar el aprendizaje. Si una persona no logra generar suficiente fuerza extensora en su extremidad inferior afectada, podría ser útil un feedback específico que de cuenta del trabajo de los músculos involucrados.

Las pesas o escalas de baño pueden dar feedback acerca de la fuerza que se está generando a través de la extremidad inferior afectada (ej. Peso en kilogramos). Las pesas o escalas de baño también pueden indicar si los músculos de las extremidades inferiores empujan en el momento indicado para prevenir una caída hacia adelante (Ej. Anticipando la transferencia de peso hacia adelante). La práctica sistemática y persistente del alcance puede mejorar la habilidad de alcance en sedente en personas secuestradas de ACV hospitalizadas en etapa aguda (Dean y cols. 2007) y en contexto comunitario (Dean & Shepherd 1997).

Antes de concluir esta sección, es importante enfatizar los problemas que resultan de “facilitar” o guiar manualmente el movimiento. Entrenar ajustes posturales y balance en sedente a través de mover a una persona, dará como resultado patrones de activación muscular muy diferentes en comparación con el movimiento autogenerado. Con la guía manual, la persona no puede anticipar una perturbación, la dirección o fuerza del movimiento. Es improbable que la guía manual ayude a la persona a activar la musculatura necesaria para realizar movimientos autónomos (por ejemplo, al limpiarse en la tasa del baño). Este tipo de estrategias de “entrenamiento” son ineficaces y pueden provocar que la persona desarrolle miedo a moverse durante la terapia.

Las estrategias utilizadas durante la evaluación y el tratamiento deberían apuntar a imitar la secuencia normal y actividad muscular específica de la tarea (ver ejemplos en tabla 2). Si una persona no logra mantenerse en sedente, el terapeuta necesitará analizar específicamente las causas del porque no lo logra, luego desarrollar estrategias de

entrenamiento específicas para contrarrestar esas dificultades.

En resumen, el alcance en sedente se puede entrenar progresivamente, aumentando gradualmente la distancia de alcance, cambiando la dirección de este (Ej. Al lado no afectado, luego hacia adelante, luego al lado afectado) y disminuyendo la superficie de apoyo en los muslos.

3.3 Enfocarse en deficiencias positivas versus negativas.

Las deficiencias luego de un ACV o lesión cerebral pueden clasificarse como *positivas* o *negativas* (Ada & Canning, 2005). Las deficiencias *positivas* son características “agregadas” e incluyen posturas anormales y reflejos exagerados produciendo espasticidad. Las deficiencias *negativas* son la pérdida de funciones corporales e incluyen parálisis (Inhabilidad de activar músculos), debilidad (Pérdida de fuerza muscular), pérdida de coordinación y pérdida de sensibilidad. Estas deficiencias negativas, particularmente la debilidad, limitan a las personas con condiciones neurológicas más que las deficiencias positivas. Las deficiencias negativas después de una ACV o lesión cerebral han demostrado una clara asociación con limitaciones en la actividad mientras que las deficiencias positivas no han mostrado una asociación consistente (Ada y cols. 2006b, Harris & Eng 2007, Zackowski y cols. 2004).

Tabla2: Resumen del alcance en sedente sin apoyo de tronco.

Alcance en sedente sin apoyo de tronco, pies en el piso	Actividad de musculatura anticipatoria Extremidad inferior / Tronco	Implicancias para la intervención	Posibles estrategias de entrenamiento
Dentro de la longitud de la extremidad superior.	<p>Extensores de columna.</p> <p>Extensores de cadera</p>	<p>Comenzar a entrenar realizando alcances dentro de la longitud del brazo si la persona no es capaz de activar los extensores de cadera.</p> <p>Trabajar en sedente, en una silla con respaldo para minimizar la dificultad inicial de la tarea.</p> <p>Dar soporte al tronco si la persona no es capaz de estar sentada sin asistencia.</p>	<p>Organización del entrenamiento</p> <p>En sedente, en una silla con respaldo: practique moverse hacia adelante (flexores de cadera) y hacia atrás (extensores de cadera) hacia el respaldo.</p> <p>Proporcione una señal vertical para la alineación en sedente (es decir, si la persona está cayendo hacia la izquierda, colóquela con con la pared en el lado derecho para proporcionar una señal vertical y feedback cercano cuando empiece a caer).</p> <p>Proporcionar una señal visual (por ejemplo, una línea en la pared para la posición apropiada del hombro).</p>
Mayor a la longitud de la extremidad superior.	<p>Extensores de cadera.</p> <p>Extensores de rodillas.</p> <p>Flexores plantares</p>	<p>Practicar el sedente en una superficie estable</p> <p>Entrenamiento específico de fuerza y Resistencia en extensores de cadera y rodilla del lado afectado.</p> <p>Trabajar sedente en una silla con una altura más baja y maximizar apoyo de muslos para disminuir fuerza extensora.</p> <p>Pies bien apoyados en el piso.</p>	<p>Feedback</p> <p>¿Cuánto tiempo puede mantener la persona la alineación vertical, manteniendo su hombro al lado de la pared o al lado de una línea en la pared?</p> <p>¿Cuánto peso ha puesto la persona a través de la pierna afectada? Coloque básculas de baño debajo del pie afectado para entregar feedback sobre el soporte de peso.</p>
Alcance lateral	<p>Cadera ipsilateral, extensores de rodilla y cadera</p>	<p>Entrenar alcance hacia el lado no afectado y hacia el frente si la persona no puede realizar alcance hacia el lado afectado.</p> <p>Gradualmente aumentar la distancia que la persona intenta alcanzar.</p> <p>Gradualmente incorporar alcance cruzando la línea media hacia el lado afectado.</p> <p>Asegure la alineación adecuada de la pierna que soporta peso (es decir, la rodilla sobre el pie, pierna sin abducir)</p>	<p>Progresión:</p> <p>Aumentar la dificultad a través de:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aumentar tiempo en posición sedente. • Aumentar la distancia entre la persona y la pared. • Disminuir la superficie de apoyo del muslo. • Aumentar la altura de la silla. • Aumentar la distancia de alcance. • Aumentar la distancia de alcance hacia el lado afectado.

Los libros de texto sobre terapia (por ejemplo, Brashear y Elovic, 2011) y muchos profesionales experimentados, se centran en el diagnóstico y el manejo de la espasticidad (un deterioro positivo), pero brindan menos orientación sobre el entrenamiento de fuerza o la coordinación. Sin embargo, es improbable que al abordar los deterioros positivos después de un ACV o Lesión Cerebral se mejore el desempeño en actividades. Si bien reconocemos la posible presencia de espasticidad y contractura, cuestionamos el énfasis puesto en estas deficiencias. En este capítulo, se proporcionan ejemplos de estrategias de tratamiento que se centran en la pérdida de fuerza y la coordinación (deterioros negativos), junto con la evidencia de estas estrategias. Es más probable que un enfoque en los deterioros negativos mejore los resultados.

Una nota final sobre el análisis y clasificación de las deficiencias motoras. Los terapeutas a veces usan el término "espasticidad" o "tono alto" para referirse a los músculos rígidos o tensos, o articulaciones rígidas. A menudo, lo que los terapeutas describen como espasticidad o tono alto es un acortamiento de los músculos (una contractura). Los terapeutas deben aprender a distinguir entre la contractura y la espasticidad para planificar la intervención adecuada. Las evaluaciones de uso común, como la Escala de Ashworth modificada, no distinguen entre contractura y espasticidad, mientras que la escala de Tardieu sí lo hace (Patrick y Ada 2006). La escala de Tardieu evalúa la respuesta de un músculo a un estiramiento rápido o lento. Una reducción en el rango de movimiento en

respuesta a un estiramiento lento se debe a la contractura, mientras que una reducción en el movimiento en respuesta a un estiramiento rápido se debe a la espasticidad.

3.4. Reconociendo Contracturas

Los cambios en las propiedades mecánicas y elásticas de los músculos y el tejido conectivo limitan el rango de movimiento de la articulación después del Accidente Cerebrovascular y otras afecciones neurológicas (Vattanaslip y cols. 2000). Al analizar el movimiento, se puede reconocer una contractura por la pérdida del rango articular y el aumento de la resistencia al movimiento pasivo en una articulación (Ada y Canning 2005). La resistencia al movimiento se debe típicamente a cambios periféricos en las fibras musculares y el tejido conectivo (O'Dwyer y cols. 1996, Pandyan y cols. 2003), no a cambios en el sistema nervioso central o espasticidad. Los estudios en animales muestran que los músculos se acortan y se alargan en respuesta a la inmovilización. Los músculos de los animales disminuyen en longitud cuando se inmovilizan en una posición acortada, por ejemplo, en un molde de yeso (Tabary y cols. 1972, Williams & Goldspink 1978).

Las contracturas son indeseables por muchas razones, incluido el efecto que pueden tener en el desempeño de una persona. La incidencia de contracturas después de un Accidente Cerebrovascular es sorprendentemente alta. Un estudio reciente de 200 sobrevivientes de Accidentes Cerebrovasculares encontró que el 52% había desarrollado una contractura en una o más articulaciones en su seguimiento de seis meses (Kwah y

cols. 2012). Una persona con contracturas del músculo pectoral mayor, bíceps braquial, flexor de los dedos o muñeca, puede ser incapaz de realizar un alcance anterior y preformar su mano para lograr un agarre normal. Se requieren esfuerzos para prevenir activamente las contracturas musculares mediante el reentrenamiento motor, porque no existen tratamientos efectivos para las contracturas una vez que se desarrollan (Katalinic y cols. 2010). Los métodos de estiramiento de corta duración, como ejercicios de movilidad pasiva de las articulaciones y los dispositivos externos, como las órtesis de mano, no revierten las contracturas (Lannin y cols. 2007). Por lo tanto, se requieren estrategias para provocar las contracciones musculares e iniciar el movimiento. Estas estrategias se discuten más adelante en este capítulo.

En resumen, los músculos se adaptan rápidamente a las posiciones alteradas y la inmovilización. Los sarcómeros y el tejido conectivo pueden pasar por cambios estructurales que tienen por consecuencia la pérdida del rango de movimiento y resistencia a éste, los que pueden ser percibidos durante el análisis. Hasta el momento, no hay intervenciones demostradas que prevengan o reviertan la formación de contracturas.

3.4 Reconociendo las Estrategias Compensatorias

Al analizar el desempeño motor el terapeuta debe reconocer en una persona el uso de estrategias compensatorias que son consecuencias de la pérdida de la actividad muscular normal (Carr y Shepherd 2010). Las compensaciones pueden ser causadas por contracturas

musculares, debilidad muscular o ambas. Por ejemplo, una persona que no puede realizar el alcance anterior de un vaso de manera exitosa puede usar la flexión de caderas y/o abducción de hombro para compensar la poca flexión de hombro. En años anteriores, a estos patrones de movimiento se les llamaba “sinergias anormales” y se creía que eran una etapa normal de la recuperación. Sin embargo, no existe una explicación neurofisiológica para estas sinergias. Más bien, esta actividad muscular compensatoria se utiliza como la mejor opción biomecánica disponible para la persona que no puede activar adecuadamente los músculos requeridos (Carr & Shepherd 2010).

Mientras más una persona practique usando estrategias compensatorias, más se refuerzan estas vías neurales, lo cual a futuro se vuelve muy difícil de cambiar; los terapeutas deben ayudar a las personas a contraer sus músculos de la manera más apropiada. Cuando se observa a una persona realizar el alcance de un vaso, la cinemática de este movimiento se debe comparar con el movimiento normal. Por ejemplo, cuando una persona pre-forma su mano para alcanzar un vaso que se encuentra a una distancia menor a la longitud de su extremidad superior, ¿está la persona abriendo la mano y abduciendo el pulgar al comienzo del alcance? La abducción del pulgar y la extensión de la articulación metacarpo-falángica de los dedos es esencial y determinan que la apertura de la mano del alcance sea lo suficientemente grande para acomodarse al vaso. Es común que las personas que tienen dificultades para abducir el pulgar y/o extender sus dedos y muñecas compensan extendiendo el pulgar, pronando su antebrazo y/o abduciendo el hombro (Carr & Shepherd 2010). Ver figura 4. Estas estrategias pueden llevar a un contacto exitoso con el vaso, pero

como muchas de las compensaciones, son ineficientes e inflexibles en el largo plazo.

Cuando una persona transporta su brazo hacia un vaso que se encuentra cerca (dentro de la longitud de la extremidad superior) observe si acaso esa persona está usando los flexores y rotadores externos de hombro, si usa una elevación excesiva del hombro, rotación interna o abducción. Los últimos tres movimientos compensatorios pueden sugerir debilidad o parálisis de los flexores y/o rotadores externos de hombro de esa persona. También, estos movimientos del hombro pueden ser una estrategia para compensar el escaso control de la musculatura del antebrazo, muñeca, pulgar o dedos. Por ejemplo, si falta la abducción del pulgar, pero la persona puede extenderlo, esa persona podría pronar el antebrazo, abducir y rotar internamente el hombro para permitir una apertura alterada entre el pulgar y el dedo índice para alcanzar el vaso, como lo muestra la Figura 4B. Para una discusión y análisis completo, ver Carr & Shepherd (2010).

Al realizar un alcance sentado, es normal realizar una flexión de cadera para

alcanzar distancias iguales o mayores que la longitud de la extremidad superior (Dean y cols. 1999a). Sin embargo, no es normal que se utilice la flexión de caderas para alcanzar objetos, como un vaso, que esté ubicados muy cerca del cuerpo. En ese caso, los movimientos de flexión de caderas y tronco pueden ser compensaciones de debilidad de la musculatura de hombro,

En resumen, las estrategias compensatorias son comunes, pero deben ser minimizadas porque pueden prevenir que la persona aprenda el patrón de movimiento normal. Los terapeutas deben analizar el desempeño, identificar los componentes esenciales faltantes, elaborar hipótesis acerca de las causas de las compensaciones observadas y luego probar estas hipótesis.

Figura 4. Pre-formado normal durante el alcance de un vaso y compensaciones comúnmente observadas.

Figura 4a: Pre-formado normal durante el alcance, con el pulgar abducido, en oposición y con la extensión de muñeca lista para tomar el vaso.

Figura 4b: En la segunda fotografía, la persona compensa mientras realiza el alcance con un escaso control de la abducción del pulgar (componente esencial faltante). En vez, esta persona extiende el pulgar, prona su antebrazo (ambas son compensaciones) para tratar de tomar el vaso.

Figura 4a.



Abducción del pulgar

Figura 4b.



Pronación del antebrazo

3.6 Elaborando hipótesis sobre las estrategias compensatorias.

El paso final en el proceso de análisis de movimiento, es desarrollar y probar las hipótesis acerca de las causas de la falta de los componentes esenciales, y de esta manera planificar el tratamiento. Una hipótesis puede ser que los músculos del hombro de una persona estén paralizados o sean muy débiles para realizar la elevación de la extremidad superior y así alcanzar un vaso. Esta hipótesis puede ser probada examinando la fuerza muscular (por ejemplo, realizando un test manual o palpando los vientres musculares durante el intento de un movimiento). Si la persona no puede realizar el alcance

anterior fácilmente, los músculos más importantes a examinar son el deltoides anterior (flexor de hombro) y el infraespinoso (rotador externo). Si estos músculos están débiles, se necesitará fortalecerlos.

Una segunda hipótesis puede ser que músculos tales como los rotadores internos, los flexores de codo, muñeca y dedos, estén acortados o rígidos debido a contracturas. Los músculos opuestos podrían no ser capaces de generar la fuerza necesaria para levantar el brazo, extender la muñeca o abrir la mano. Esta hipótesis se puede probar al examinar manualmente el rango pasivo de la rotación externa, flexión anterior, extensión de codo, muñeca y dedos y la

abducción del pulgar. La pérdida del rango de movimiento de cualquiera de estas articulaciones puede cambiar la habilidad de una persona de alcanzar objetos como un vaso.

Una tercera hipótesis posible puede ser que la persona esté utilizando una fuerza muscular excesiva para realizar una tarea (por ejemplo, levantar un vaso). Podría estar usando muchos músculos, mucha fuerza o ambos. Un grupo de músculos, como los flexores de los dedos y de muñeca, pueden contraerse con una fuerza excesiva cuando se intenta un movimiento.

La hiperactividad puede ocurrir cuando la mayoría de los músculos de la extremidad superior se activan para compensar la debilidad de un grupo muscular en particular, como por ejemplo, los flexores de hombro. Esta hipótesis se puede comprobar minimizando el esfuerzo requerido para la tarea. Por ejemplo, la persona puede realizar un alcance con el brazo apoyado en la mesa y con un trozo de papel o una tela bajo la mano para reducir la fricción durante el movimiento.

Una cuarta hipótesis podría ser que la tarea o la configuración ambiental sea demasiado desafiante para las capacidades funcionales de la persona. El vaso puede colocarse demasiado lejos, ya sea hacia adelante o hacia un lado, para que la persona lo agarre sin compensar; también puede que la mesa esté demasiado alta. Estas hipótesis se pueden probar colocando el vaso más cerca o bajando la altura de la mesa. Pegar un vaso de polietileno ligero en la mano también disminuirá las demandas de esfuerzo de la tarea y eliminará la necesidad de preformado, así la persona puede concentrarse en el transporte del vaso, no en el pre-formado. Cada

hipótesis puede ser probada en distintos turnos.

Asumiendo que los problemas de movimiento de una persona fueron analizados correctamente, que se identificaron los componentes esenciales faltantes y las compensaciones, el siguiente paso es el diseño de un programa para mejorar el desempeño motor. El programa debe abordar el aprendizaje motor.

4. Enseñando Habilidades Motoras.

Las personas con daño a nivel cerebral pueden tener dificultades para entender instrucciones, utilizar feedback, recordar lo practicado y aprender habilidades motoras. Por lo tanto, los terapeutas necesitan desarrollar habilidades educativas indispensables y convertirse en entrenadores efectivos. Los terapeutas deben entender el aprendizaje motor, otorgar un entrenamiento orientado a tareas específicas y otorgar un feedback útil y oportuno. Cada uno de estos factores afectará el aprendizaje motor.

4.1 Las Etapas del Aprendizaje Motor.

Existe una cantidad considerable de literatura acerca del aprendizaje motor. Las 3 etapas descritas originalmente por Fitts y Posner (1967) se utilizan para hacer informes acerca de lo que se realiza en rehabilitación. Estas tres etapas son: (1) La etapa verbal-cognitiva; (2) la etapa motora; y (3) la etapa autónoma. En la primera etapa, los pacientes se basan en el feedback verbal y la información ambiental externa para lograr los objetivos y comprender las demandas de una tarea. En la segunda etapa, el foco se encuentra en la calidad del movimiento, la práctica masiva (Mastos y cols. 2007) y

la disminución de los errores. Finalmente, en la tercera etapa, los pacientes son capaces de realizar la tarea con menos esfuerzo cognitivo, son capaces de lidiar de manera efectiva con las distracciones y utilizar sus habilidades de resolución de problemas al realizar la tarea en situaciones nuevas. En cada etapa los pacientes necesitan feedback periódico acerca de su desempeño y el logro de objetivos (Magill 2011; Schmidt & Lee 2005).

Utilizando el ejemplo anterior de entrenamiento, el de alcanzar un vaso en sedente, un objetivo puede ser que la persona se siente erguida por 30 segundos sin caerse hacia el lado afectado. En la primera etapa de aprendizaje, la persona requiere feedback continuo sobre el empuje que realiza con la extremidad inferior afectada para evitar caer hacia el lado afectado. En la segunda etapa, la persona puede reconocer cuando él o ella comienza a caer y puede hacer un intento para prevenirlo, puede que necesite asistencia ocasional o que se le incentive a hacerlo. En la tercera etapa, la persona puede sentarse sin asistencia, mantener una conversación y realizar un alcance hacia adelante para tomar un objeto sin caerse hacia el lado afectado. Si las tareas de práctica son muy demandantes en las etapas iniciales del aprendizaje, la persona puede ser incapaz de alcanzar el objetivo. Por ejemplo, pedirle a una persona que alcance un objeto hacia su lado afectado si esta no puede sentarse erguida por 5 segundos puede ser un objetivo poco realista.

4.2 Diseñando un entrenamiento específico a la tarea.

Los términos *entrenamiento específico de la tarea*, *práctica orientada a la tarea* y *especificidad del entrenamiento*, son usados en la literatura (Ejemplo Hubbard y cols. 2009, Michaelsen y cols. 2006). Estos términos se refieren a la terapia que involucra la práctica intencional de un movimiento, acción o tarea específica, versus la repetición de tareas no específicas (Bayona y Cols. 2005) como levantar el brazo hacia arriba sin ninguna razón, tocar la cabeza o la nariz o apilar conos en lugar de practicar alcanzar una taza. Algunos ejemplos de entrenamientos orientados a la tarea incluyen la práctica de la manipulación de un lápiz o cubierto para mejorar la escritura y la alimentación respectivamente, o tomar un vaso para mejorar el beber líquidos. En las etapas tempranas de la recuperación motora, cuando una persona no puede sostener objetos, los implementos pueden ser sujetos con cinta en la mano afectada o pueden ser ubicado frente a la persona para trabajar el alcance con una tarea específica.

Los estudios han demostrado la importancia de usar tareas reales para el entrenamiento motor. Las personas con lesión cerebral producen más movimiento y mejoran la coordinación cuando realizan un alcance para controlar un juego de computadora (Sietsema y cols. 1993) y cuando se involucran en actividades de cocina (Neistad 1994), esto es más beneficioso si se compara con la simulación de la tarea.

La conclusión es que las personas aprenden lo que practican. Si una persona quiere aprender a beber de una taza, debe

practicar el alcance y transporte de una taza real y no ocupar un objeto de plástico que se parezca vagamente a una taza. El entrenamiento en una etapa temprana puede implicar deslizar o ubicar un vaso de plástico liviano hacia adelante sobre una mesa baja, si la persona no tiene un movimiento activo de la mano, el vaso puede ser fijado con cinta adhesiva. El entrenamiento avanzado de coordinación, puede implicar mover y manipular objetos de interés, tales como prendas de vestir, anteojos, cubiertos y utensilios de escritura, no frijoles o cuentas de plástico.

El entrenamiento debe replicar la habilidad o tarea que una persona quiere aprender. El tiempo no debe desperdiciarse en la práctica no específica.

4.3 Maximizando la práctica y las repeticiones.

Si se dedica más tiempo a practicar se logra mejorar el rendimiento en muchas áreas que requieren de habilidad (como el ajedrez y el golf), tareas de trabajo (como escribir) y tocar instrumentos musicales (Ericsson 2014). En un estudio que involucró a violinistas de 20 años (Ericsson 2004), los mejores intérpretes, a juzgar por maestros de conservatorio, promediaron 10.000 horas de práctica durante sus vidas. Los segundos mejores tuvieron un promedio de 7.500 horas, los siguientes mejores, 5.000 horas y así sucesivamente.

Las personas con lesiones cerebrales adquiridas y los terapeutas requieren un compromiso similar con la práctica para mejorar el rendimiento motor. En un ensayo controlado aleatorio que demostró mejoras significativas en la capacidad

para sentarse (Dean y Shepherd 1997), personas con Accidente Cerebrovascular realizaron 2.970 alcances a una longitud mayor del largo de la extremidad superior durante un período de entrenamiento de 2 semanas. Carey y sus colegas (2002) encontraron que 1.200 repeticiones de una tarea de rastreo con los dedos mejoraron la neuroplasticidad como se observó en exámenes de Resonancia Nuclear Magnética funcional. Estos cambios cerebrales se correlacionaron con un mejor rendimiento motor.

La práctica intensiva y las repeticiones múltiples también son características de la terapia de movimiento inducido por restricción (Taub y cols. 2013). Esta terapia implica la práctica intensiva de tareas con el brazo afectado, mientras que el brazo no afectado está restringido. Los estudios en esta terapia requieren que los participantes practiquen entre tres y seis horas al día, con el objetivo de al menos 250 repeticiones por hora. La cantidad de repeticiones necesarias para mejorar el rendimiento después de una discapacidad de origen cerebral, sigue siendo desconocida, pero es probable que se necesiten miles de repeticiones.

Establecerse un objetivo de repeticiones puede aumentar la práctica drásticamente. En un estudio (Wadden y cols. 2014), 15 participantes que tuvieron un Accidente Cerebrovascular completaron un promedio de 2.956 repeticiones de tareas para extremidad superior durante su estadía hospitalaria, logrando un promedio de 289 repeticiones por hora (IC del 95%, 280 a 299). La práctica activa durante una sesión de terapia fue en promedio 47 minutos (95% IC 46,1 a 48,0). Los puntajes del *Action Research*

Arm Test (ARAT) mejoraron un promedio de 10 puntos, de un puntaje base de 25/57 a 35/57 al momento del alta y 40/57 un mes más tarde. En otro estudio (Birkenmeier y cols. 2010), 15 pacientes ambulatorios que tuvieron un Accidente Cerebrovascular realizaron un promedio de 5.476 repeticiones durante 6 semanas, promediando 322 repeticiones de tareas para miembro superior por hora (95% IC 285 a 358). El tiempo utilizado en la práctica activa durante la sesión de terapia promedió 47 minutos y el puntaje del *Action Research Arm Test* (ARAT) mejoró de un promedio de 8 puntos (95% IC 4 a 12); con 21/51 al inicio del tratamiento, para llegar a 29/57 6 semanas más tarde y 29/57 al mes siguiente.

Finalmente, la práctica que involucra muchas repeticiones pero que no logra transferir el aprendizaje, va a limitar el desarrollo de habilidades. Por ejemplo, el utilizar un tenedor con un mango engrosado para recoger trozos de pan de manera repetitiva no va a permitir que una persona se sirva una comida en un restaurant de manera efectiva con un tenedor normal. Las personas mejoran su desempeño al practicar en situaciones variadas y experimentando errores durante su proceso de aprendizaje. Las personas necesitan practicar en diferentes entornos, con diferentes parámetros de movimiento (por ejemplo, con tenedores con mangos distintos y comidas distintas). Aumentando las exigencias se ayuda a los pacientes a resolver problemas y a comprender las reglas que subyacen en el desempeño de las tareas (Magill 2011).

4.4 Dar Feedback.

El feedback es fundamental para enseñar y aprender habilidades motoras. El feedback puede estar provisto por la misma tarea (feedback intrínseco), o mediante alguna fuente externa como el terapeuta, un dispositivo de biofeedback o un temporizador (feedback extrínseco). El feedback extrínseco ha sido clasificado en dos tipos: conocimiento de desempeño y conocimiento de resultados.

Conocimiento del desempeño se refiere a la información acerca del proceso del movimiento o su intento, por ejemplo: “Mantuviste tu codo muy cerca de tu cuerpo”. El feedback extrínseco puede ser muy útil para los alumnos, ya que les entrega las correcciones que deben realizar y los componentes en los que deben centrar su atención durante los siguientes intentos (Kernodle & Carlton 1992). Conocimiento de los resultados se refiere a la información sobre las consecuencias (resultados) del movimiento, por ejemplo: “Tomaste el vaso 10 veces en 20 segundos”. El conocimiento de los resultados durante una sesión de entrenamiento (por ejemplo, que tanto tiempo le tomó a una persona completar una tarea o el número de intentos exitosos para completar una tarea) pueden ser utilizados para establecer objetivos a corto plazo que sean significativos para el alumno y que estén relacionados a la tarea practicada. En la Figura n°5 se observa una tarea que involucra feedback.

La cantidad y el momento en que el feedback es otorgado son importantes. Demasiado feedback puede influir de manera negativa en el aprendizaje (van Vliet & Wulf, 2006). El feedback

intermitente es mucho más efectivo que el feedback constante (Winstein & Schmidt 1990). El conocimiento concurrente de los resultados, es decir, el feedback proporcionado mientras se realiza una tarea, también puede influir negativamente en el aprendizaje.

Otorgar un resumen o comentarios promedio después de completar la tarea es más probable que beneficie el aprendizaje (van Vliet & Wulf 2006).

En resumen, los terapeutas deben apuntar a otorgar feedback auditivo y visual al igual que incentivar el auto-monitoreo durante las sesiones. A pesar que no se conoce exactamente qué programa de feedback produce los mejores resultados en la rehabilitación, los terapeutas pueden ayudar a las personas a monitorear su propio desempeño y generar sus propias estrategias de feedback. Sólo de esta manera los pacientes podrán trabajar sin supervisión y maximizar sus resultados terapéuticos.

Figura 5. Practica con feedback.

La práctica de esta persona se ha diseñado para que reciba feedback sobre cómo ejecuta un alcance. La pequeña pelota de fútbol se saldrá de la lata si no usa rotación externa, supinación del antebrazo y extensión de la muñeca. El conocimiento que tiene el terapeuta sobre el desempeño, le podría llevar a indicar lo siguiente: *"Usted está moviendo su cuerpo hacia adelante, debe intentar mantener la espalda apoyada en la silla y levantar el brazo más arriba"*. El registro de los resultados puede incluir el número de intentos exitosos en 10 repeticiones, o el tiempo necesario para completar 10 repeticiones.



5. Evaluación de los cambios en el rendimiento del motor.

Los terapeutas deben reevaluar el rendimiento motor (y ocupacional) utilizando medidas objetivas antes y durante el entrenamiento. Lo ideal es que se realice una revisión del desempeño y los objetivos en cada sesión. El rendimiento se puede medir utilizando un equipo simple. Por ejemplo, para determinar si una persona con problemas de equilibrio en sedente soporta el peso por igual en ambas piernas, un terapeuta puede usar básculas de baño. Otras medidas simples de rendimiento incluyen el número de movimientos realizados correctamente versus los realizados con compensaciones, también se puede medir la distancia en un alcance.

Si el rendimiento no cambia, el problema puede estar en el terapeuta y no en el paciente. Las razones más comunes de la falta de mejora incluyen instrucciones, comentarios y objetivos poco claros. Si las instrucciones no están claras, es posible que el paciente no comprenda el objetivo esperado. De manera similar, si

el feedback verbal no es claro (o está ausente), es posible que la persona no entienda cómo modificar su próximo movimiento.

Además de considerar las palabras que los terapeutas usan para explicar y corregir los intentos de movimiento, la tarea elegida para obtener un intento de movimiento también es importante. Si la tarea es demasiado difícil (o muy fácil) el progreso puede no ser visto. Cuando la re-evaluación del rendimiento muestra poco o ningún progreso, es vital reflexionar sobre las posibles razones. Si las hipótesis referentes a los problemas de movimiento son correctas, los terapeutas deben autoevaluar críticamente sus habilidades de enseñanza. Alternativamente, si se hace una hipótesis de movimiento diferente, se necesitarán nuevas estrategias de entrenamiento. Los terapeutas no deben subestimar la importancia de volver a medir el rendimiento, reflexionar sobre sus propias habilidades de enseñanza y, sobre todo, persistir y esperar ver un mejor rendimiento motor en cada sesión.

La historia práctica del “Cuadro 1” muestra cómo un Terapeuta Ocupacional desarrolló sus habilidades de enseñanza y análisis, aplicando la práctica basada en la evidencia en rehabilitación.

Caja 1: Historia de práctica clínica

Leo es un Terapeuta Ocupacional en un gran hospital rural de Australia. Tiene más de 10 años de experiencia en rehabilitación neurológica y es muy dedicado en el desarrollo de sus habilidades. Él ha asistido a los cursos de entrenamiento de extremidad superior, ha

filmado a sus clientes y ha discutido sus programas de entrenamiento terapéutico con sus colegas. Ha organizado reuniones de revisión quincenales con los colegas en donde el equipo se observa unos a otros realizar una sesión de terapia y se entregan feedback sobre los análisis realizados y las habilidades de enseñanza utilizadas. Leo asiste a conferencias constantemente porque “Son buenas para mantener la motivación” Leo mejoró su nivel de conocimiento y sus habilidades al realizar un ensayo clínico randomizado de un entrenamiento orientado específicamente hacia una tarea para obtener su grado de Magister (Ross y cols 2009).

Aquí, Leo nos da el ejemplo de María, a quien atendió luego de su Accidente Cerebrovascular. Él describe sus problemas de control motor y sus compensaciones y el programa de entrenamiento de extremidad superior otorgado durante varios meses. Esta persona no podía ocupar su brazo afectado durante sus actividades de la vida diaria, no podía tomar ni transportar objetos tales como un vaso o un cuchillo durante sus comidas.

“Vi a María hace poco, quien había tenido algo de recuperación de la musculatura de sus extremidades superiores, pero mucha hiperactividad, muchas compensaciones y poco control de su mano. Por ejemplo, cuando intentaba realizar un alcance hacia adelante para tomar un vaso, elevaba su hombro y abducía su brazo, apretaba sus dedos, flexionaba su codo y movía todo su cuerpo hacia adelante, en vez de solo su brazo y mano. Ella compensaba su falta de flexión de hombro, la pérdida de su rotación externa y la abducción de su pulgar usando

cada músculo posible de ser utilizado en su extremidad superior. Era mucho trabajo.”

“Las sesiones de entrenamiento se enfocaron en sus flexores de hombro en una posición acostada, lo cual redujo el efecto de la gravedad. Nos enfocamos en el músculo deltoides anterior. Se le solicitó a esta persona poner su mano en su frente con el codo flexionado y que controle su deltoides anterior para mantener esa posición. Cuando ya pudo mantener su brazo en esa posición, comenzó a deslizar su mano desde su frente hacia la punta de su cabeza y la almohada, para controlar el deltoides anterior al estar acostada. Luego, se le solicitó que alcanzara más arriba hasta tocar un marcador en la pared. Era muy difícil realizar esta tarea sentada ya que no podía levantar el brazo en contra de la gravedad sin compensar. Otras de sus tareas de práctica se enfocaron en la rotación externa, la extensión de codo, muñecas y dedos al igual que la abducción del dedo pulgar. Unimos cada componente y eventualmente comenzamos a trabajar en alcances funcionales en sedente” (Figura 6).

“María practicó aproximadamente 2 horas al día por 3 meses (alguna parte del tiempo fue sin supervisión), luego 1 hora diaria por otros 3 meses. Le tomó 36 semanas o 6 meses tener un una presión y extensión de mano funcional. En las primeras 6 semanas completó 12.819 repeticiones, promediando 427 repeticiones por sesión (85 por ejercicio). Luego de 36 semanas logró 16/57 del Action Research Arm Test, comparado con sus 2/57

del principio, un cambio de 14 puntos. Con la combinación del entrenamiento orientado específicamente a la tarea, la insistencia de ambas partes, mediciones objetivas, la práctica intensiva y la retroalimentación, María logró mejorar la función de su mano. Sin ésta persistencia y práctica no creo que hubiese logrado este objetivo”.

Asegurar que una persona que ha tenido un Accidente Cerebrovascular o una lesión cerebral tenga suficiente práctica es todo un desafío. Para ayudar a asegurar que los individuos practiquen por largos periodos de tiempo todos los días Leo utiliza hojas de registro impresas con fotografías digitales. El equipo de rehabilitación dirige a un grupo de trabajo de extremidad superior trans-disciplinario varias veces a la semana en donde personas con Accidente Cerebrovascular o lesión cerebral siguen sus propios programas de entrenamientos con otros pacientes, con supervisión de los terapeutas. Los asistentes de rehabilitación y los familiares también ayudan a supervisar la práctica individual luego de que esta haya sido documentada por el terapeuta, y que haya dejado las instrucciones, objetivos e ilustraciones. Los familiares deben ser involucrados en asistir la práctica lo antes posible debido al escaso tiempo disponible que existe para la terapia individual.

Figura 6. Práctica de los componentes esenciales requeridos para realizar un alcance (flexión anterior y rotación externa de hombro) y beber de una taza.

Desde que tuvo un Accidente Cerebrovascular, Mary ha tenido pocas oportunidades para realizar actividades como beber de una taza con su mano derecha dominante. Presenta debilidad en los flexores y rotadores externos de hombro, y no puede abrir su pulgar o dedos para realizar un correcto preformado. El terapeuta le está ayudando a practicar la flexión y la rotación externa de hombro, -componentes esenciales para realizar el alcance-, todo esto mientras mantiene la extensión de la muñeca y la supinación del antebrazo.



6. Intervención basada en la evidencia para mejorar el desempeño motor y la sensibilidad de la extremidad superior.

Existen muchos motivos por los cuales una persona puede no ser capaz de realizar un alcance, agarre y tomar líquido de un vaso, o vestirse sin desequilibrarse. Las distintas causas requerirán distintas intervenciones. Muchas intervenciones de terapia han sido probadas en ensayos clínicos randomizados y los hallazgos encontrados han sido sintetizados en revisiones sistemáticas. En esta sección se muestran las intervenciones que han

probado su efectividad en los ensayos clínicos randomizados y en las revisiones sistemáticas (ver Tabla 3). Se notificará si las intervenciones y las estrategias de entrenamiento no han sido rigurosamente probadas y se basan en evidencia de menor nivel o experiencia personal.

En la rehabilitación de adultos, las intervenciones que han mostrado mejorar el desempeño del control motor de la extremidad superior, comunmente implican una práctica intensiva, mayor número de repeticiones y estrategias de entrenamiento específicas para cada tarea

con el fin de mejorar la fuerza muscular (Pollock y Cols. 2014; Veerbeek y Cols. 2014). Por definición, una mayor intensidad de práctica y repeticiones requieren de una participación activa del paciente. Uno de los grandes desafíos en rehabilitación es aumentar la cantidad de práctica. Las personas necesitan pasar la mayor cantidad de tiempo posible practicando. Una hora de terapia realizando 100 repeticiones es mejor que una hora de terapia realizando 10 o 20 repeticiones. Fijar un objetivo, por ejemplo, 300 repeticiones por sesión, registrar y revisar las repeticiones ayuda a mejorar la intensidad de la práctica (Birkenmeier y Cols. 2010; Waddell y Cols. 2014).

Debido a que existe un mayor reconocimiento de que la práctica intensiva puede mejorar los resultados, es que muchos terapeutas prescriben tareas para la casa. En los hospitales, las tareas pueden ser confeccionadas para cada individuo o puede que se utilicen programas pre-determinados tales como el “*Graded Repetitive Arm Supplementary Program*” (GRASP, Harris y Cols. 2009) disponible en <http://neurorehab.med.ubc.ca/grasp/>. El uso de los ejercicios GRASP en los hospitales ha mejorado significativamente la recuperación de la función de brazo al compararse con la terapia habitual, según muestra el ensayo de Harris y colaboradores (2009). El GRASP representa una manera eficiente y de bajo costo que permite entregar ejercicios en donde la familia puede colaborar. Programas tales como el GRASP pueden ser de gran ayuda para los estudiantes y terapeutas novatos quienes están

aprendiendo a prescribir entrenamientos motores específicos para cada tarea.

6.1 Entrenamiento de la fuerza para músculos paralizados y muy débiles.

Algunas personas pueden ser incapaces de generar una contracción muscular debido a la parálisis o debilidad. Necesitan del entrenamiento para obtener primero una contracción muscular y luego aumentar la duración y la fuerza de ésta. El entrenamiento de la fuerza muscular que involucra una práctica repetitiva y esforzada mejora la fuerza y la función, y lo que es más importante, no aumenta la espasticidad como creen muchos terapeutas (Ada y Cols. 2006a, Harris & Eng, 2010, Morris y Cols. 2004).

Una revisión sistemática de las intervenciones para la paresia severa de extremidad superior (Hayward y Cols. 2010) evalúa la evidencia existente de la terapia robótica, la estimulación eléctrica guiada por electromiografía o posición, terapia de “silla mecedora” (rocking chair therapy) y el dispositivo “*SMART arm*”. Hubo evidencia sólida de que la terapia robótica mejora la fuerza y la actividad de la parte superior del brazo, pero no la mano. Hubo evidencia limitada del efecto de otras intervenciones sobre la fuerza y la actividad.

Uno de los pocos ensayos clínicos randomizados enfocados en musculatura muy débil fue realizado por Feys y colaboradores (1998). En este estudio se reclutaron a 100 personas que tuvieron un Accidente Cerebrovascular reciente, los sentaron en una “silla mecedora” con la extremidad superior afectada en una férula de aire apoyada sobre una mesa. La férula de aire sostenía la extremidad

superior con el codo extendido y permitió la práctica repetitiva de protracción y retracción de hombro por 30 minutos diarios, por sobre 6 semanas. El grupo experimental mejoró significativamente más que el grupo de control, y las ganancias se mantuvieron después de 5 años. Se observaron mayores ganancias en las personas que tenían déficits graves al inicio del estudio. En un estudio con el “SMART arm”, un dispositivo mecánico que proporciona una superficie casi sin fricción para permitir movimientos de alcance y feedback visual continuo, también se observaron mayores ganancias en personas que tenían déficits motores graves al inicio del estudio (Barker y Cols. 2008). Estos estudios demuestran las implicancias de proporcionar un entorno que permita una práctica activa y repetitiva de alta intensidad y cómo esto puede marcar la diferencia en los resultados de las personas con déficit motor severo en la extremidad superior afectada.

Ejemplos de práctica en tareas que buscan aumentar la fuerza se muestra en las figuras 7 y 12.

6.2 Estimulación eléctrica.

Para las personas que no logran una contracción muscular (es decir, en músculos muy débiles), la estimulación eléctrica producirá contracciones musculares. En una Revisión Sistemática realizada por Nascimento y colegas (2014) se examinó el efecto de la estimulación eléctrica cíclica sobre la fuerza y la actividad después de un Accidente Cerebrovascular. En un total de 11 ensayos aleatorios se incluyó el análisis agrupado del efecto de la estimulación eléctrica en la fuerza;

mostrando que hubo un efecto moderado a favor de la estimulación eléctrica cíclica. Por otro lado, se incluyeron seis ensayos en el análisis agrupado del efecto de la estimulación eléctrica cíclica sobre la actividad, encontrando un efecto pequeño a favor de la estimulación eléctrica cíclica. En general, Nascimento y sus colegas (2014) concluyeron que la estimulación eléctrica aumentaba el movimiento de la extremidad superior en comparación con la terapia convencional. Posteriormente, Howlett y sus colegas (2015) sintetizaron los hallazgos de los ensayos publicados que evaluaron la eficacia de la estimulación eléctrica aplicada durante la actividad (es decir, la estimulación eléctrica funcional o FES). Los análisis de subgrupos encontraron que el FES tuvo un gran efecto sobre la actividad de la extremidad superior (diferencia de medias estandarizada, 0,69, IC del 95%, 0,33 a 1,05). En resumen, la estimulación eléctrica se está utilizando cada vez más en la rehabilitación neurológica de adultos, pero se necesita más estudios para determinar los protocolos más efectivos.

6.3 Terapia en espejo.

La terapia en espejo utiliza la ilusión visual para engañar al cerebro y promover la recuperación motora. La persona mira el reflejo de su mano intacta en un espejo mientras realiza movimientos repetitivos. El espejo da una ilusión de que la mano afectada puede moverse. Esta terapia se usa con personas que tienen debilidad moderada a grave, para mejorar la función motora, sensorial y reducir la negligencia (es decir, cuando una persona

no atiende a su extremidad o entorno en el lado afectado, pudiendo chocar con las puertas o ignorar los alimentos en un lado del plato). La mayoría de los ensayos proporcionaron 30 a 60 minutos de terapia de espejo supervisada, diariamente durante 4 semanas.

La revisión Cochrane más reciente incluyó 14 ensayos publicados hasta junio de 2011 (Thieme y Cols. 2012). Ensayos controlados aleatorios recientes, han

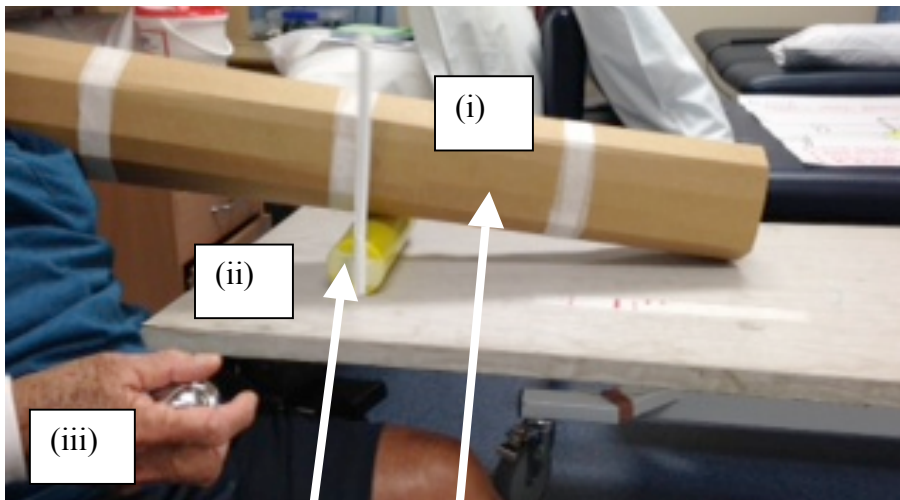
confirmado ampliamente estos hallazgos (Invernizzi y Cols. 2013; Lee y Cols. 2012) con beneficios adicionales en la sensibilidad (Wu y Cols. 2013) y negligencia (Thieme y Cols. 2013).

Aunque las mejoras en algunos ensayos fueron pequeñas, la terapia en espejo no es costosa, se puede completar en el hospital o en casa y es adecuada para personas con debilidad moderada a severa.

Figura 7. Facilitación de la protracción de hombro.

Cuando una persona tiene muy poca fuerza y no puede mover su brazo, este ejercicio de protracción puede, en algunas ocasiones, facilitar el movimiento. La figura 7a muestra la organización del espacio. La mesa está posicionada cerca del cuerpo de la persona, con el hombro levemente bajo los 90 grados. El codo izquierdo es mantenido en extensión por un tubo hecho de cartón, pegado con cinta adhesiva. El tubo se apoya en un cilindro más pequeño de madera, lo que proporciona una superficie libre de fricción. Hay una bombilla pegada al cilindro de madera con cinta adhesiva. El objetivo es que la persona realice protracción del hombro izquierdo, que mueva la bombilla desde una posición vertical hasta que toque una marca en la mesa. Tenga en cuenta que a este hombre se le ha dado la responsabilidad de contar su práctica y repeticiones con el contador de metal en su mano derecha.

Figura 7a.



(i) Tubo de cartón afirmado con cinta adhesiva para mantener el codo en extensión.

(ii) Cilindro pequeño que rueda fácilmente sobre la mesa.

(iii) Contador metálico o clicker en la mano derecha para contar las repeticiones.

Fig 7b. A la mitad de lograr el objetivo.



Fig 7c. La bombilla toca la mesa, objetivo logrado.



Figura 8. Obtención de rotación externa: La práctica en el hogar.

Esta mujer está practicando la rotación externa en preparación para el alcance. La figura 8a muestra el diseño del ejercicio. Hay una hoja grande de papel sobre la mesa, con marcas de lápiz que muestran la posición inicial de su mano derecha (la línea punteada, proyectada desde su ombligo). Su mano y su antebrazo se apoyan en la mesa para reducir el efecto de la gravedad y facilitar la práctica. El paño bajo su mano derecha reduce la fricción cuando la mano se mueve. La persona dispone un pequeño cilindro entre su codo derecho y su tronco, esto para reducir la abducción y la extensión de hombro (que son compensaciones). El objetivo es cubrir la línea dibujada en el papel, deslizando su mano hacia la derecha, siguiendo el arco dibujado en el papel, sin abducir su brazo.

En la Figura 8b, la mujer ha girado externamente su hombro y logra cubrir la línea sin dejar caer el cilindro ubicado entre el codo y el tronco. A medida que adquiera más destreza, deslizará su mano a través del arco más hacia su derecha, en dirección al vaso.

Figura 8a.

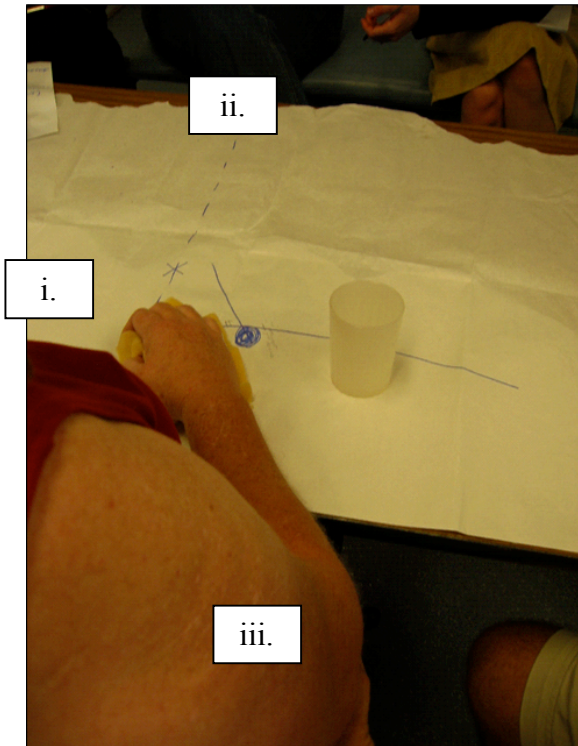
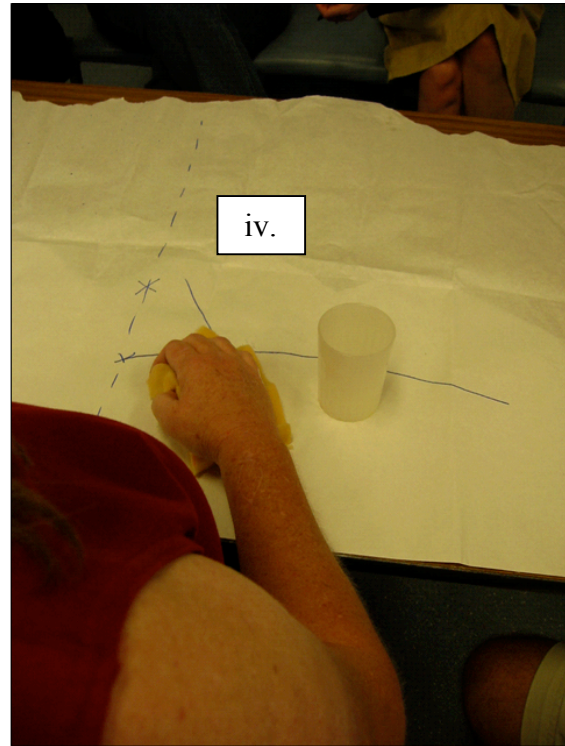


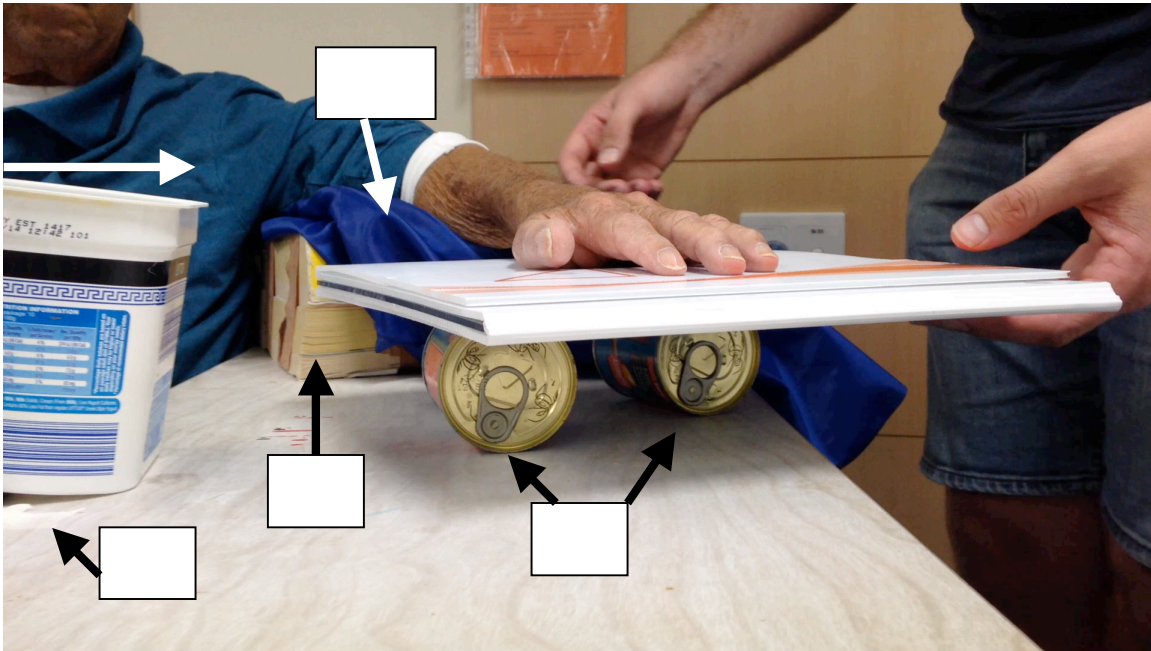
Figura 8b.



- i. Paño ubicado bajo la mano para reducir fricción.
- ii. Línea punteada dibujada en el papel, mostrando la posición inicial.
- iii. Un pequeño cilindro es ubicado entre su codo derecho y el tronco (no visible).
- iv. El objetivo.

Figura 9. Provocando flexión y extensión del codo.

El codo y brazo de este hombre son apoyados sobre una mesa alta con un elemento de cubierta firme, tal como una guía de teléfonos o una caja, de manera que la flexo-extensión de codo sea posible en el plano horizontal. También se ha colocado una sábana de transferencia bajo su antebrazo para minimizar la fricción. Su mano descansa sobre una tabla, la cual rueda sobre 2 tarros cilíndricos, ésto minimiza la fricción. El recipiente plástico situado al frente de su cuerpo tiene una bombilla pegada abajo, la cual está pegada a la mesa. Cuando se toca el recipiente, este se inclina a la derecha para luego volver a la posición inicial. Esta configuración le permite a la persona practicar sin un terapeuta presente. El objetivo es que, doblando el codo, se deslice la tabla por delante para inclinar el contenedor plástico de bajo peso 10 veces y devolverse a la posición inicial.



- (i) Bombilla pegada bajo el recipiente y pegada a la mesa, lo que permite que el recipiente se incline al ser tocado (en la dirección de las flechas).
- (ii) Tarros cilíndricos bajo la tabla para minimizar la fricción.
- (iii) Libros para elevar el hombro a una posición horizontal.
- (iv) Sábana de transferencias para reducir la fricción.

Figura 10. Práctica para la rotación externa de hombro y flexión anterior en bípedo.

Tanto la rotación externa como la flexión anterior de hombro son esenciales para transportar el brazo y la mano hacia adelante para alcanzar una taza o un teléfono. Mientras este hombre usa fuerza muscular adicional para sostener el lápiz (aumento de la flexión de los dedos), su respuesta es típica de la adquisición de nuevas habilidades y no es una preocupación para el terapeuta

Figura 10a.



Figura 10b.

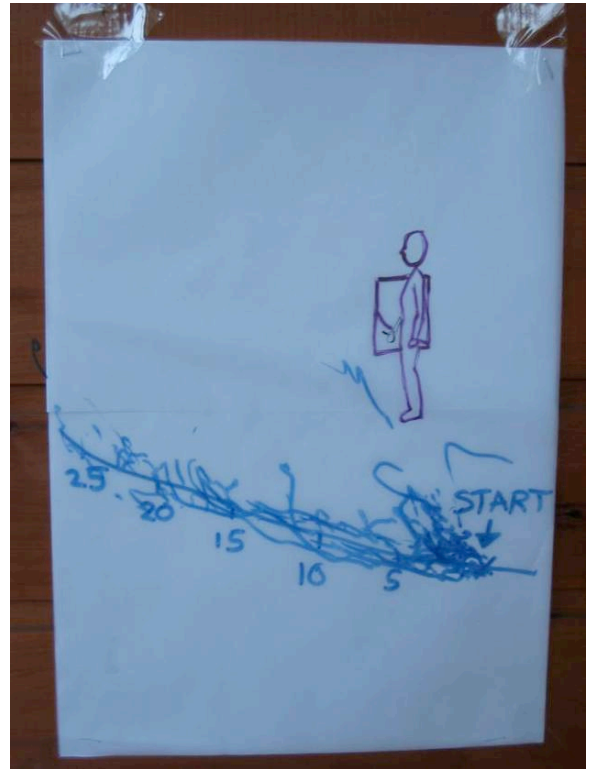


Figura 10c.



Figura 10: (continuación) La hoja de práctica de éste hombre (**Figura 10d**) ilustra los objetivos a mediano y largo plazo, y las instrucciones para ayudar a minimizar las compensaciones.

El primer objetivo (Objetivo 1: Mantener la punta del plumón en contacto con la X marcada en el papel por 5 segundos) requiere una contracción sostenida de los rotadores externos con supinación completa. Sin algo de rotación externa el objetivo no se puede cumplir (excepto si se rota el tronco). El segundo objetivo (Objetivo 2: Dibuje una línea a 5 centímetros de la pared) requiere rotación externa mantenida y flexión de hombro.

Figura 10d.

Ejercicio de rotación y flexión anterior de hombro (En bípedo)

Objetivo 1: Mantener la punta del plumón en contacto con la X marcada en el papel por 5 segundos, 3 veces seguidas.

Objetivo 2: Dibuje una línea a 5 centímetros de la pared, 3 veces seguidas.

Instrucciones:

- Pegue el papel a la pared con cinta adhesiva (La X debe quedar a la altura de la cadera).
- Párese al lado del poster con el plumón en la mano
- Gire el plumón para que la punta de este toque la X. Mantenga el hombro en rotación externa.
- Mantener por 5 segundos, descanse y repita.
- Intente dibujar una línea en la pared, a una distancia no mayor a 5 centímetros inicialmente.

Ojo:

- Mantenga la vista al frente – no se gire hacia la pared ni doble el tronco.
- Recuerde respirar mientras practica.
- Mantenga su codo estirado.

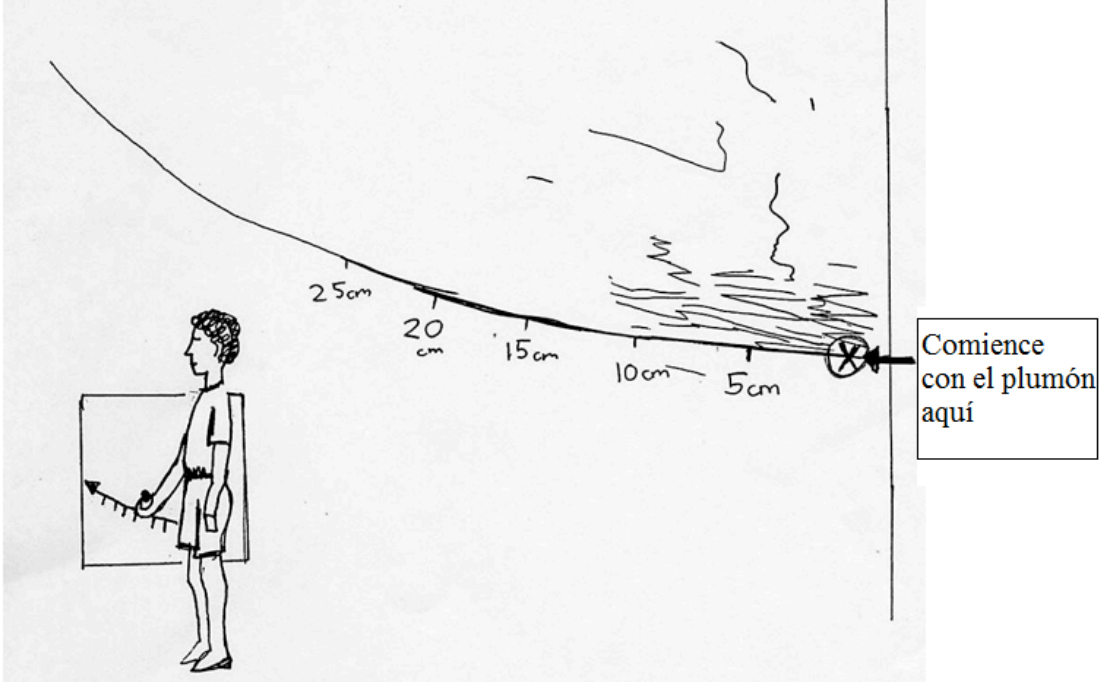
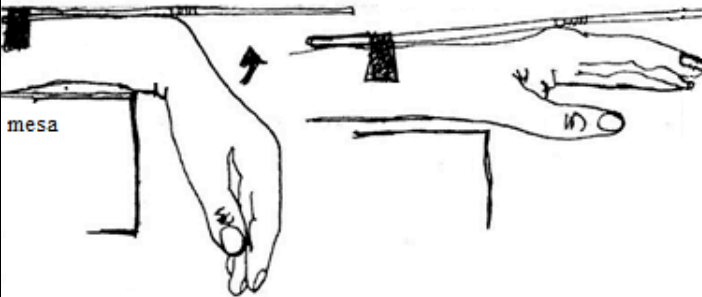


Figura 11. Entrenando la extensión de la muñeca.

La extensión de la muñeca es esencial para la mayoría de las ocupaciones que involucran alcanzar, tales como recoger una taza para beber. La página que se muestra a continuación corresponde a un cuaderno de práctica e ilustra un ejercicio de extensión de muñeca, el objetivo (levantar la muñeca hasta la posición 'recta' y mantener durante 10 segundos, x 20 repeticiones), instrucciones adicionales y un lugar para registrar los intentos de práctica (fecha, número de intentos correctos).

EJERCICIO DE MUÑECA

OBJETIVO Extender la muñeca hasta la posición horizontal, mantener por 10 segundos x 20 repeticiones x 1 día.



INSTRUCCIONES

- Pegar un bombilla con cinta en el antebrazo.
- Mano fuera de la mesa; codo derecho.
- Soltar la muñeca para que la mano quede colgando y los dedos queden al borde de la mesa.
- Mantener los dedos extendidos.
- Extender la muñeca hasta la posición horizontal.

Características críticas:

- Extender la muñeca de manera suave.
- Mantener los dedos extendidos en todo momento.
- El pulgar se debe mantener alineado en relación a la mano

REGISTRAR EL NÚMERO CORRECTO DE REPETICIONES / NÚMERO DE INTENTOS


Fecha	Nº correcto de repeticiones / Intentos
17/7	14/20
18/7	15/20
26/7	21/25
30/7	9/10 - 7/10
2/8	20/25
3/8	22/25

Figura 12 Práctica de Supinación

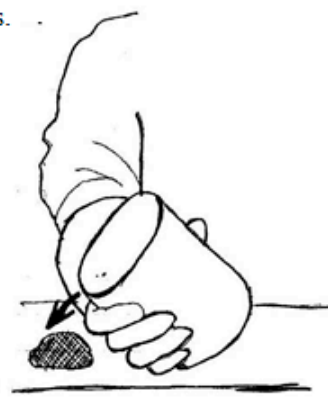
A continuación, se muestra un ejercicio (Supinación del Antebrazo) y su objetivo escrito en las propias palabras del paciente: “Luego de 10 minutos de estiramiento, mueve tu antebrazo de manera que el vaso toque la masa rosada, mantener por 10 segundos”. Se agregan instrucciones adicionales y una sección para anotar los intentos.

SUPINACIÓN DEL ANTEBRAZO

Objetivo Luego de 10 minutos de estiramiento, mueve tu antebrazo de manera que el vaso toque la masa rosada, mantener por 10 segundos x 30 repeticiones.



POSICIÓN DE ESTIRAMIENTO



Fecha	Nº correcto / Intentos
10/7	0/30
21/7	0/30
27/7	0/20
30/7	3/30
3/8	

Instrucciones:

1. Sentarse y poner el antebrazo sobre la mesa, con el codo estirado.
2. Pegar el vaso a la mano de manera que el pulgar quede separado de la mano.
3. Usa tu mano izquierda para girar el brazo y afirmarlo en la posición de estiramiento.
4. Sacar la mano izquierda y mantener el vaso sobre la masilla por 10 segundos.
5. Volver de manera que el vaso quede con su boca hacia arriba.
6. Mover de vuelta el vaso de manera que el borde superior toque la masilla.

6.4 Reduciendo la Fuerza muscular durante la prensión

Algunos individuos contraen muchos músculos, o los músculos inadecuados, cuando realizan un alcance y cuando toman objetos. Este comportamiento es característico de las etapas tempranas de adquisición de habilidades (y no es espasticidad). Mientras los pacientes no hayan dominado una nueva habilidad, van a reclutar muchos músculos; entonces,

uno de los objetivos de la terapia es reducir el esfuerzo requerido para una tarea y ayudar a la persona a concentrarse en las acciones musculares para el desempeño en una tarea.

Cambiando las demandas de una tarea y del ambiente se puede reducir el esfuerzo. Por ejemplo, para reducir el esfuerzo, puede pedirle a una persona que tome un vaso de plástico ligero en vez de uno de vidrio, o deslizar en vez de levantar de la

mesa; o si la persona no es capaz de hacer prensión durante sus alcances, pegarle el vaso a la mano reducirá la exigencia de la tarea y permite que la persona se concentre en el alcance. Si la persona aplica mucha fuerza de prensión se puede ocupar un vaso desechable de poliestireno que se deforma fácilmente cuando se la sujeta, esto le dará a la persona información sobre la fuerza que produce (ver las Figuras 13 y 14). No se han publicado ensayos de estas intervenciones hasta la fecha.

Diferentes instrucciones también pueden ayudar a una persona a ser más consciente de sí misma y aprender a controlar mejor algunos músculos y aplicar menos fuerza con otros. Por ejemplo:

*"Cuando vuelva a alcanzar el vaso, **deslice** en lugar de levantar la mano. Mantenga la forma del vaso. Fíjese si sus dedos se cierran mientras se realiza el alcance. Si comienzan a cerrarse, vea si puede mantener sus dedos y pulgares 'suaves' al realizar el alcance".*

O: "Esta vez, cuando cierre los dedos alrededor del vaso de poliestireno, no presione tan fuerte, intente no aplastar ni deformar el vaso. Si presiona demasiado fuerte, el agua subirá por encima de la línea marcada. Use una ligera presión en los lados del vaso.

Figura 13. Práctica para disminuir la fuerza de flexión de los dedos y la muñeca mientras se transporta un vaso para beber o llevar líquido.

Se le ha pedido a la persona que presione suavemente el vaso de poliestireno y que mueva el borde del vaso entre las dos líneas del palo de madera (vea la foto de la izquierda, Figura 13a).

Cuando se ha alcanzado la meta a corto plazo, la persona puede avanzar para transportar el vaso de líquido hacia una caja, pararse mientras sostiene el vaso y, finalmente, caminar y cargar el vaso.

Figura 13 a

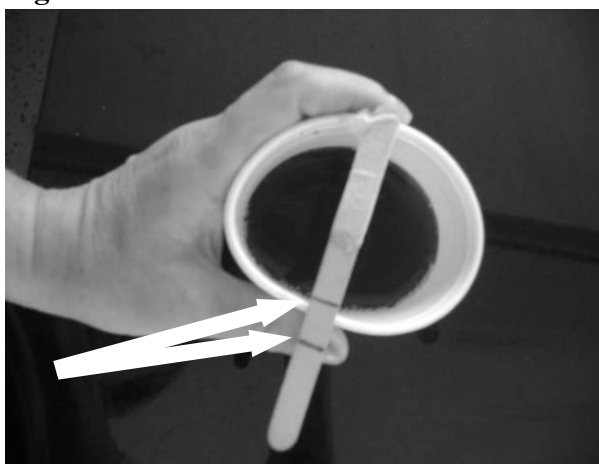


Figura 13b



Objetivo a corto plazo: presione el vaso hacia adentro 1 cm hasta la segunda marca, suelte y repita x 3.

Objetivo a medio plazo: En sedente, mantenga la forma redonda del vaso (Figura 13b) y levántela sobre una caja de 5 cm.

Objetivo a mediano plazo: Mantener la forma redonda del vaso (Figura 13b) al levantarse y sentarse 5 veces desde una silla de 45 cm.

Objetivo a largo plazo: llevar una taza llena de agua 3 veces, desde la cocina hasta la mesa del comedor, sin derramar ningún líquido.

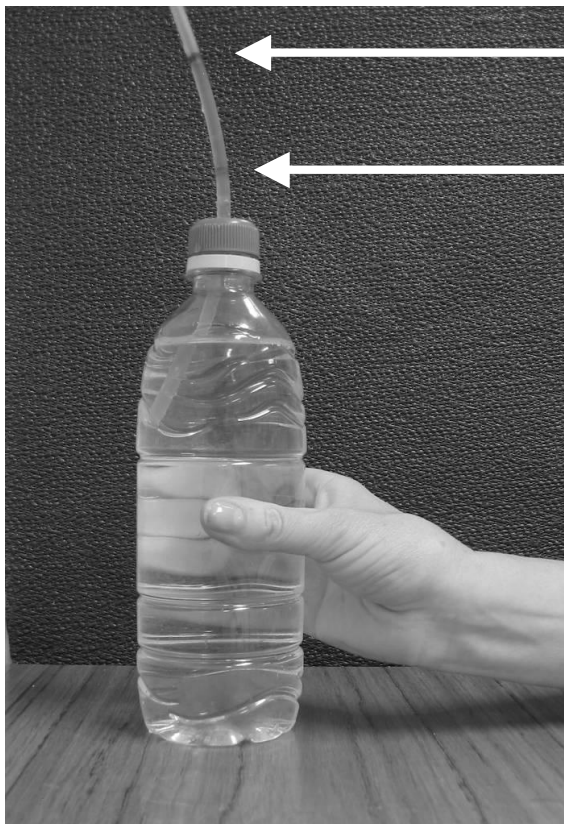
Figura 14 Ejercicio de práctica para modular la fuerza flexora de dedos y pulgar mientras se sostiene una botella plástica que se deforma fácilmente.

Se solicita a esta persona que presione suavemente los lados de una botella plástica y que mantenga el nivel de agua entre las dos líneas negras del tubo. Si aplica mucha presión causará que un chorro de agua salga por encima, lo que dará un feedback inmediato al paciente acerca de la cantidad de fuerza que está generando. Este ejercicio requiere de atención para que su ejecución sea exitosa.

Para construir el dispositivo de entrenamiento primero se debe taladrar un agujero en la parte superior de una tapa de botella plástica. El agujero debe ser lo suficientemente grande para poner una sonda de aspiración. Inserte la sonda por el agujero, llene la botella con agua y cierre la botella firmemente con la tapa rosca. Si es necesario, selle la unidad con cinta adhesiva para prevenir que el aire escape.

Objetivo a Corto Plazo: Mientras se está sentado, empujar el agua hacia arriba y abajo entre las 2 líneas negras, 5 veces, sin que el agua se salga por la sonda.

Objetivo a Mediano Plazo: Mientras se está sentado, mantener el nivel de agua en la línea negra superior y levante la botella para ponerla sobre una caja de 5cms, 5 veces, sin que el agua se salga por la sonda.



Línea negra superior

Línea negra inferior

6.5 Entrenamiento de coordinación.

Algunas personas pueden tomar y levantar objetos, pero no pueden manipular una taza, un cuchillo o un tenedor. El entrenamiento de la función manual avanzada implica más que cortar rebanadas de pan o copiar líneas de escritura. Un análisis cuidadoso permite a los terapeutas determinar qué componentes esenciales del desempeño faltan o se encuentran alterados. Esta etapa de análisis y entrenamiento exige una observación cuidadosa y la resolución de problemas. Las tareas que requieren un desempeño (y análisis) de habilidades avanzadas incluyen escritura a mano, uso de cubiertos y palillos.

Con objetos pequeños, se requerirá entrenamiento de la fuerza de agarre durante el despegue y la manipulación, con repeticiones y retroalimentación. Los adultos sanos suelen aplicar una fuerza ligeramente superior a la mínima requerida, para evitar el deslizamiento de objetos (Nowak y Hermsdorfer 2003); sin embargo, las personas con secuelas de Accidente Cerebrovascular y con su sensibilidad intacta ($n = 10$) a menudo aplican fuerzas de agarre medias significativamente mayores ($\geq 39\%$) en el despegue en comparación con adultos sanos (Quaney y Cols. 2005). Blennerhassett y colaboradores (2006) informaron diferentes hallazgos para 45 personas con Accidente Cerebrovascular y 45 adultos sanos, que pudieron levantar

la tapa de un bolígrafo sin mirar, utilizando una pinza término-terminal.

La mitad de las personas con Accidente Cerebrovascular informaron lentitud y excesiva fuerza de agarre antes de comenzar el levantamiento, también refirieron fuerzas fluctuantes y extrema lentitud. Sin embargo, los márgenes de seguridad excesivos no estaban presentes en todos los casos.

El mensaje para los terapeutas según estos estudios es que las personas que han sufrido un Accidente Cerebrovascular suelen tener dificultades para preparar la fuerza de agarre adecuada y utilizar los mecanismos normales de feedforward. Las alteraciones de la sensibilidad puede que compliquen estos problemas. Sin embargo, es probable que las estrategias de entrenamiento sean similares para las personas con y sin alteración de la sensibilidad. El entrenamiento debe incluir la práctica específica de la tarea, con numerosas repeticiones y feedback frecuente.

Si una persona tiene dificultades para usar un cuchillo, un tenedor o un bolígrafo, la persona debe practicar con estos utensilios. Recoger un objeto con precisión sin que se gire el mango, cortar alimentos y escribir, requiere una producción de fuerza adecuada y una oposición precisa de las fuerzas del pulgar y los dedos para tener éxito. Vea las Figuras 15 y 16 para dos ejemplos.

Figura 15. Ejercicios para mejorar el control durante el uso de un tenedor.

Esta persona no puede mantener la flexión de sus dedos 4to y 5to alrededor del mango de un tenedor cuando intenta comer. Cuando intenta usar su tenedor, el mango gira y no puede sostenerlo. Se diseña un ejercicio de práctica por etapas para mejorar la flexión de su dedo anular y meñique alrededor de un mango de tenedor. Las dos primeras fotografías que aparecen abajo (Figuras 15a y 15b) muestran cómo se está realizando el ejercicio. Se le solicita a esta persona que tome una moneda con una pinza plástica por 5 segundos. Esta tarea mantiene su atención y le otorga retroalimentación inmediata de cuando su presión afloja, porque la moneda se cae sobre la mesa.

Figura 15a.



Figura 15b.



La fotografía izquierda que se muestra más abajo (Figura 15c) muestra a esta persona aún tomando la moneda con las pinzas (la moneda no se encuentra visible), luego girando su mano, flexionando su muñeca y presionando con su dedo índice la punta de una cuchara. Ella encuentra mucho más desafiante el mantener su 4to y 5to dedo flexionado en esta posición, mientras su dedo índice se encuentra extendido, como se necesita que esté durante el uso de un tenedor. De nuevo, ella recibe feedback de manera inmediata si la presión que hace con sus dedos se debilita porque la moneda se caería de las pinzas, este feedback no podría ser entregado con un tenedor común.

La fotografía final (Figura 15d, abajo a la derecha) muestra cómo se pueden pegar las pinzas al mango de un tenedor con cinta adhesiva, así realizar una progresión de los ejercicios de uso del tenedor. Esta persona puede continuar su práctica con la moneda sostenida por las pinzas plásticas y aprender a transportar trozos pequeños de vegetales o cuadrados de pan de un plato a otro, sin dejar caer la moneda.

Figura 15c



Figura 15d



Figura 16. Práctica de la rotación del lápiz.

Esta práctica tiene como objetivo mejorar el control del lápiz y la escritura a mano. El objetivo a corto plazo es rotar el lápiz 10 veces en 30 segundos al cabo de una semana. El objetivo a medio plazo es rotar el lápiz 10 veces en 20 segundos al final de 2 semanas.

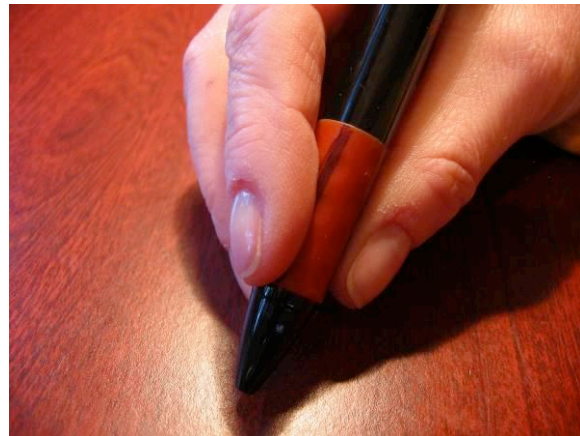
Instrucciones - recuérdelo a la persona:

- Girar el lápiz, media vuelta en cada dirección.
- Trate de cubrir y luego descubrir la marca en el costado del lápiz (vea la flecha abajo).
- Permita que el lápiz se apoye contra el espacio interdigital mientras practica.
- Utilice el dedo medio para reajustar la posición del lápiz cuando sea necesario.
- Evite usar la otra mano para ayudar.
- Trate de practicar durante 5 minutos x 3 veces al día (15 minutos al día).
- Trate de no sostener el lápiz con fuerza.
- Practique con diferentes lápices para ayudar a generalizar esta habilidad.

Figura 16 a.



Figura 16 b.



6.6 Práctica Mental

La práctica mental y la imaginería se han utilizado para promover la recuperación motora. Este tipo de práctica se incorpora habitualmente en las rutinas de entrenamiento deportivo para mejorar la adquisición de habilidades. En rehabilitación una persona puede, por ejemplo, practicar mentalmente la tarea de tomar un vaso, imaginar su transporte y las acciones de pre-formado, sin intentar realizar las acciones físicamente. Este tipo de terapia no se utiliza en personas que están paralizadas o que tienen dificultades cognitivas o comunicacionales significativas. Los participantes deben ser capaces de concentrarse, planificar e intentar físicamente un movimiento al estar sin supervisión.

Una revisión sistemática reciente sobre la práctica mental (Braun y Cols. 2013) resume los efectos de 16 estudios, 14 de los cuales involucran a personas que han tenido un Accidente Cerebrovascular. Se informaron efectos positivos a corto plazo para la función del brazo/mano, las actividades de la vida diaria y la cognición, incluida la atención, la planificación y el descubrimiento de rutas y la activación. Hasta la fecha, no se han informado resultados a largo plazo. Hay mucha variabilidad en los tipos y dosis de las terapias administradas en los estudios. Este tipo de terapia requiere disciplina y tiene algunas similitudes con la meditación. La práctica mental no es costosa ni dañina y tiene el potencial de mejorar la función del brazo en personas que hayan tenido un Accidente Cerebrovascular y que puedan adherir a esta terapia.

6.7 Terapia de Movimiento inducido por restricción.

La Terapia de Movimiento inducido por Restricción (TMIR) mejora el movimiento y el uso de la mano afectada al igual que promueve la neuroplasticidad en el cerebro. TMIR involucra 4 componentes activos administrados de manera intensiva por al menos 2 semanas: (1) práctica repetitiva intensiva dirigida específicamente a la tarea, por 3 a 6 horas al día; (2) modelado o entrenamiento 1: 1, con feedback y progresión de la práctica de tareas; (3) una restricción tal como un guante, o férula y cabestrillo, que sea usada durante el 90% del día en vigilia; (4) un programa de transferencia del entrenamiento que involucre práctica en la casa (Taub y Cols. 2013). La restricción del movimiento se usa para desincentivar el uso físico del lado no afectado y un mayor uso del lado afectado, pero la restricción parece no ser imprescindible (Brogårdh y Cols. 2009; 2010; Krawczyk y Cols. 2012). Es probable que sea la práctica intensiva orientada a la tarea y el entrenamiento lo que promueve la neuroplasticidad y el cambio en la función del brazo. Para una descripción detallada de los criterios para elegir la TMIR y sus procedimientos, ver Taub y colaboradores (2013).

La investigación colectiva sobre Accidente Cerebrovascular (más de 50 ensayos clínicos randomizados y 6 revisiones sistemáticas) muestran efectos moderados de la TMIR en el desempeño motor de miembro superior; para su medición se utilizaron instrumentos tales como el Action Research Arm Test (Nijlands y Cols. 2011; Stevenson y Cols. 2012). Los participantes elegibles para los ensayos suelen tener extensión activa de

muñeca y dedos al iniciar el estudio. La mayoría de los estudios utilizan programas modificados de TMIR (44/51 ensayos - ver Kwakkel y Cols. 2015). Aún no se sabe si la TMIR puede fomentar la recuperación en personas con un brazo muy débil o paralizado, que no tengan función de mano. Una revisión sistemática de Nijlands y colaboradores (2011) sugiere que la TMIR con una intensidad más baja en el hospital, de hasta 3 horas por día, es factible y mejora los resultados más que la rehabilitación de miembro superior standard. Un estudio noruego (Thrane y Cols. 2014) administró TMIR de manera temprana luego de un Accidente Cerebrovascular, por 3 horas y sobre 10 días. Los investigadores encontraron mejoras significativas al alta, pero las diferencias entre el grupo experimental y el grupo control no se mantuvieron luego de 1 mes.

6.8 Reentrenamiento Sensorial

Los terapeutas pueden utilizar abordajes activos y/o pasivos para los déficits sensoriales. Abordajes activos requieren que la persona explore y discrimine entre estímulos, tales como la forma, el peso y la textura de una taza de material ligero, versus una taza de cerámica o un tazón de café. Los enfoques pasivos incluyen el uso de estimulación eléctrica, estimulación térmica (calor o frío), presión o movimiento por parte de un terapeuta para aumentar la conciencia sensorial de la extremidad, por ejemplo, compresión neumática intermitente, pero generalmente con poca o ninguna exploración activa por parte de la persona.

Una revisión Cochrane destacó la evidencia preliminar del efecto de un enfoque activo, la terapia de espejo y dos enfoques pasivos, la estimulación térmica

y la compresión neumática intermitente (Doyle y Cols. 2010). Desde entonces, otros estudios han confirmado pequeños efectos de la terapia de espejo en la sensibilidad (Internizzi y Cols. 2013). Fleming y sus colegas (2015) encontraron beneficios inmediatos en la función de los brazos y las manos después de 12 sesiones de estimulación eléctrica en los 3 nervios de las extremidades superiores, administrados inmediatamente antes de una sesión de entrenamiento motor específica para cada tarea. Aunque los beneficios se registraron después de 2 días, estas ganancias se perdieron después de 3 y 6 meses. Conforto y sus colegas (2010) también aplicaron estimulación eléctrica al nervio mediano en personas secuelas de Accidente Cerebrovascular, justo antes del entrenamiento motor y encontraron cambios inmediatos en la función, pero las diferencias entre los grupos de control y experimentales se habían reducido después de dos meses. Por lo tanto, la estimulación eléctrica del brazo afectado de una persona podría ayudar a mejorar la activación muscular y la sensibilidad.

Finalmente, el entrenamiento de discriminación sensorial de la extremidad superior afectada demostró mejores resultados en un ensayo, en comparación con la exposición no específica a estímulos sensoriales (Carey y Cols. 2011). En ese estudio, 50 personas que sufrieron un Accidente Cerebrovascular (que ya vivían en su comunidad) fueron asignadas al azar a un grupo experimental o a un grupo control. Los 25 participantes del grupo experimental recibieron 10 sesiones de entrenamiento de discriminación sensorial generalizada, con un tercio de cada sesión dividida en partes iguales entre entrenamiento de discriminación de texturas (discriminando entre diferentes rejillas de plástico y

telas), sentido de la posición de las extremidades (ángulo de la muñeca) y reconocimiento de objetos táctiles (explorando y manipulando objetos como una taza, cubiertos o monedas). El entrenamiento involucró una progresión gradual de discriminaciones de fácil a difícil, provisión de feedback y entrenamiento intensivo. Después de 4 semanas, los cambios en el índice de déficit somatosensorial estandarizado (Standardised Somatosensory Deficit o SSD, por sus siglas en inglés) fueron significativamente mayores para el grupo experimental versus control (19.1 vs 8.0 respectivamente) con un cambio promedio entre los grupos de 11.1 puntos SSD (IC del 95%, 3.0 a 19.2) en Favor del grupo experimental. La sensación mejorada se mantuvo a las 6 semanas y 6 meses de seguimiento. Si bien ese estudio e intervención aún necesitan ser replicados, los terapeutas pueden implementar el programa de entrenamiento sensorial con fidelidad usando el manual y el DVD. (Carey 2012, disponible en <http://www.florey.edu.au/research/new-tools-for-a-new-era-in-sensory-training>).

7. Prevención y manejo de deficiencias secundarias.

7.1 Contracturas

La pérdida de la rotación externa del hombro es común después de un Accidente Cerebrovascular. En un estudio (n = 52), la mayoría de las personas con Accidente Cerebrovascular experimentaron una pérdida del rango de rotación externa mayor a 60 grados (Lindgren y Cols. 2012), con algunos participantes que no pudieron alcanzar el rango neutral (0 grados) o medio entre rotación interna y externa. Esta pérdida de rango se correlaciona con el dolor de hombro (Lindgren y Cols. 2012) y

afectará el rendimiento, particularmente las tareas de cuidado personal. Por tanto, es importante que los terapeutas anticipen y prevengan contracturas. Las elongaciones musculares se ha vuelto un tipo de intervención popular para el manejo de cambios de longitud y contracturas, junto al fortalecimiento de la musculatura opositora. Hace algunos años, estudios en animales han sugerido que elongaciones de 30 minutos logran prevenir las contracturas del músculo sóleo en ratones inmovilizados (Goldspink & Williams 1990, Williams 1990). Desafortunadamente, los cambios observados en la musculatura animal no lograron ser reproducidos en estudios de elongaciones en humanos. Para una revisión completa acerca de estudios sobre elongaciones vea Katalinic y colaboradores (2010). Desafortunadamente los ensayos aleatorios controlados de alta calidad no han logrado encontrar beneficios estadísticos o clínicos de los estiramientos prolongados en personas que han tenido un Accidente Cerebrovascular, una lesión traumática cerebral o una lesión de médula espinal. Un estudio que incluyó a personas que tuvieron un Accidente Cerebrovascular administró un determinado posicionamiento del hombro, brazo y mano por 30 minutos, 5 días a la semana, por 1 mes; en conjunto con un entrenamiento motor orientado a una tarea. Dicho estudio mostró pequeños logros, los cuales se mantuvieron una vez que se detuvo el estiramiento (Horsley y Cols. 2007).

También se han aplicado estiramientos sostenidos utilizando férulas en serie para inmovilizar los músculos en posturas de estiramientos. Las férulas en serie producen cambios transitorios en el rango de movimiento en el codo de adultos con lesión cerebral traumática; sin embargo,

estas mejoras no se lograron mantener después de retirar la inmovilización (Moseley y Cols. 2008).

Los estudios que investigan los efectos de la inmovilización de la mano con una férula, para prevenir contracturas luego de un Accidente Cerebrovascular, no han mostrado diferencias con el grupo control (sin férula) en la capacidad de extensión de muñeca; incluso cuando las férulas han sido utilizadas durante la noche por 4 semanas (Lannin y Cols. 2007) y por 3 meses para evitar las contracturas del pulgar en aducción (Harvey y Cols. 2006).

En conclusión, hay incertidumbre respecto si las intervenciones de elongación son efectivas a largo plazo, y en el caso de serlo, no se sabe por cuánto tiempo se debe mantener un estiramiento o qué tan seguidos estos deben ser administrados. Existe un nivel de evidencia fuerte que sugiere a los terapeutas no aplicar estiramientos de manera rutinaria, ni a utilizar férulas cuando los pacientes estén participando de terapia activa.

7.2 Dolor de Hombro

El dolor de hombro puede limitar a una persona de participar en actividades, por lo cual los terapeutas deben enfocar sus tratamientos en reducir su dolor. Las causas de dolor de hombro aún son inciertas, pero pueden incluir el pinzamiento de tejidos de la articulación del hombro, causas traumáticas debido a la tracción del brazo y la pérdida de la rotación externa. Una revisión sistemática Cochrane (Ada y Cols. 2005a) encontró que vendaje con tela adhesiva retrasa la aparición de dolor de hombro, pero no reduce el dolor una vez que se ha desarrollado; esta técnica tampoco mejoró

la función del hombro. Desde esta revisión, otros ensayos aleatorios controlados han confirmado los beneficios del vendaje de hombro para prevenir y retrasar el inicio del dolor luego de un Accidente Cerebrovascular (Appel y Cols. 2011; Griffin & Bernhardt, 2006; Pandian y Cols. 2013). Por ejemplo, Griffin y Bernhardt (2006) informaron una media de 26 días sin dolor para el grupo de intervención en comparación con 19 días sin dolor en un grupo placebo y 16 días sin dolor en el grupo control.

La estimulación eléctrica también disminuye el dolor de hombro cuando se aplica sobre el supraespinoso, deltoides posterior y medio, y el músculo trapecio (Koog y Cols. 2010; Viana y Cols. 2012).

7.3 Subluxación de hombro

No se ha investigado bien el uso de cabestrillo y soportes de hombro pese a su uso frecuente en la práctica clínica (Ada y Cols. 2005a; 2005b). La opinión de los expertos actuales es que los soportes externos, en las sillas de ruedas y los accesorios de sillas, son necesarios para soportar el peso del brazo (Foongchomcheay y Cols. 2005). Los cabestrillos pueden reducir la subluxación del hombro, pero aquellos cabestrillos que no soportan el brazo probablemente no reducirán la subluxación (Ada y Cols. 2005a; 2005b).

La estimulación eléctrica se muestra más prometedora como intervención al estimular los músculos alrededor de la articulación del hombro. La estimulación eléctrica se usa típicamente con personas que tienen poca o ninguna actividad muscular. Ada y Foongchomcheay (2002) realizaron un metanálisis que incluyó cuatro ensayos donde se aplicaba

estimulación eléctrica para prevenir la subluxación temprana después de un Accidente Cerebrovascular (promedio 17 días después del Accidente Cerebrovascular). La estimulación eléctrica redujo la subluxación en un promedio de 6.5 mm, pero no tuvo un efecto considerable para reducir el dolor o mejorar la recuperación funcional. Según el metanálisis de los datos de tres ensayos aleatorios, no se encontraron diferencias clínicamente importantes cuando se aplicó la estimulación de manera tardía (60 días o más después del Accidente Cerebrovascular). En última instancia, los individuos necesitan entrenamiento activo para ayudar a fortalecer los músculos paralizados y débiles alrededor del hombro y el brazo.

7.4 Mejorando del movimiento en personas con espasticidad.

Existe una creciente evidencia de que los terapeutas sobreestiman el número de personas con espasticidad (por ejemplo, O'Dwyer y Cols. 1996). La investigación también ha demostrado que cuando la espasticidad se reduce con la toxina botulínica (tipo A), esta intervención no mejora el uso activo de la mano o el brazo (Shaw y Cols. 2010; Sheean y Cols. 2010). En conjunto, estos hallazgos sugieren que las intervenciones de rutina para reducir la espasticidad en adultos con una afección neurológica no están indicadas y los terapeutas deberían concentrarse en abordar las deficiencias negativas, la pérdida de fuerza y el control motor.

Para las personas con una espasticidad que interfiere en su funcionalidad, la intervención médica más común es la quimiodenervación con toxina botulínica tipo A (BoNT-A). Los resultados de un metanálisis muestran que BoNT-A puede

reducir la espasticidad en comparación con el tratamiento con placebo (Cardoso y Cols. 2005). Sin embargo, esta toxina no mejora la destreza o los resultados funcionales. El estudio BoTULS (Shaw y Cols. 2010) fue un gran ensayo que evaluó el uso de la BoNT-A junto con un programa de terapia de extremidades superiores. No se informaron diferencias entre los grupos en la función de la extremidad superior cuando se midió con el "Action Research Arm Test". Entonces, mientras que la toxina botulínica tipo A puede reducir temporalmente la espasticidad, no se ha demostrado que conduzca a un mejor uso funcional de la mano.

En resumen, las personas afectadas por un Accidente Cerebrovascular o una lesión cerebral por lo general desean un mejor uso de la mano, no solo menos espasticidad. Se ha demostrado que las intervenciones basadas en la evidencia recomendadas en este capítulo mejoran la función y pueden ser un mejor enfoque para los terapeutas que el uso de toxina botulínica tipo A.

8. Direcciones futuras.

Cuanto antes comience la rehabilitación, mejor será la recuperación de enfermedades como el Accidente Cerebrovascular y las lesiones cerebrales. Una mayor intensidad de tratamiento se traduce en mejores resultados. Las ganancias en control motor y recuperación sensorial continúan por muchos años. Muchos terapeutas se están alejando de las terapias con guía manual (hands on) hacia intervenciones basadas en la evidencia que aplican la teoría del aprendizaje motor y promueven la neuroplasticidad. Las terapias uno a uno se están complementando con tareas para la casa y programas grupales donde las

personas practican juntas. Los programas asistidos por la familia, como GRASP (Harris y Cols. 2009) también están siendo implementados en los hospitales para aumentar las oportunidades de ejercitar.

La tele-rehabilitación es una forma de administrar un tratamiento que puede aumentar la cantidad de práctica al igual que reducir los tiempos y costos de viaje. Algunas sesiones se administran con un terapeuta y otras se realizan a distancia utilizando el teléfono e internet (Chumbler y Cols. 2012). Sin embargo, la evidencia de resultados en las extremidades superiores después de un Accidente Cerebrovascular con tele-rehabilitación aún era limitada en el momento de la revisión Cochrane más reciente (Laver y Cols. 2013).

La necesidad de aumentar la intensidad de la práctica ha llevado a probar nuevas técnicas de rehabilitación, como la realidad virtual y la terapia robótica. La realidad virtual, incluidos los videojuegos interactivos de bajo costo como la Wii, permite a las personas practicar de forma independiente o semi-supervisada; lo que ayuda a aumentar la dosis de la práctica. Recientemente se realizó una revisión sistemática de estudios sobre realidad virtual y videojuegos interactivos en adultos con Accidente Cerebrovascular (Laver y Cols. 2015). La realidad virtual mejoró significativamente la función de la extremidad superior (diferencia de medias estandarizada 0,28, IC del 95%, 0,08 a 0,49) según 12 estudios con 397 participantes. La terapia robótica permite realizar parte del entrenamiento intensivo mediante el uso de dispositivos automatizados, aumentando las repeticiones, la función de las extremidades superiores y las actividades de la vida diaria después del Accidente

Cerebrovascular (Mehrholz y Cols. 2012; Pollock y Cols. 2014). Aunque las mejoras son similares a las logradas con el entrenamiento intensivo orientado a tareas específicas de dosis pareadas (Norouzi-Gheidari y Cols. 2012), un dispositivo robótico permite a las personas practicar de manera semi-supervisada.

Se espera que el costo de la robótica disminuya en el futuro, permitiendo que más servicios ofrezcan esta intervención a personas con afecciones neurológicas.

A medida que la evidencia crece en apoyo de una terapia más intensiva, las intervenciones como la terapia de restricción, la realidad virtual y la robótica se usarán con mayor frecuencia porque aumentan la práctica y favorecen la recuperación de la extremidad superior. Con la mejora continua de las tecnologías no es posible predecir que avances se convertirán en una práctica rutinaria en el futuro. Por lo tanto, el mensaje importante es, mantenerse al tanto de la evidencia científica actual.

9. Conclusiones

Este capítulo se ha centrado en el proceso de análisis y reentrenamiento del desempeño motor y la sensibilidad en adultos con daño cerebral. El contenido está enfocado en las deficiencias debido a que gran parte de la rehabilitación de las extremidades superiores, especialmente en entornos hospitalarios, se centra en provocar la actividad muscular y el entrenamiento de fuerza antes de la recuperación del agarre funcional. Los terapeutas deben recordarse a sí mismos, y a las personas con las que están trabajando, los objetivos ocupacionales del entrenamiento; por ejemplo, comer una comida con miembros de la familia

usando cubiertos en ambas manos. Una vez que una persona puede agarrar y manipular objetos, las tareas y los objetivos se vuelven más obvios. Si bien, el objetivo general puede ser aumentar la

participación en las las actividades ocupacionales, los terapeutas no deben ignorar las intervenciones centradas en las deficiencias.

Tabla 3. Resumen de problemas asociados al control motor y alteraciones en la sensibilidad que afectan la extremidad superior y posibles intervenciones para personas con afecciones neurológicas.

Problema de control motor.	Posibles intervenciones y evidencia de estudios claves.
Lograr contracciones en músculos paralizados	Contracciones repetitivas y entrenamiento de protracción de hombro en sedente “Rocking chair therapy” (Feys y Cols. 1998; 2004). Estimulación eléctrica cíclica (Nascimento y Cols. 2014) Práctica mental (Braun y Cols. 2013). Terapia de espejo (Thieme y Cols. 2012, Wu y Cols. 2013).
Aumento de fuerza en músculos débiles.	Terapia Robótica (Hayward y Cols. 2010). Dispositivo SMART arm (Barker y Cols. 2008, Hayward y Cols. 2010). Estimulación eléctrica (Howlett et al 2015, Nascimento y Cols. 2014). Estimulación eléctrica gatillada (Hayward y Cols. 2010, Thrasher y Cols. 2008).
Disminuir fuerza en músculos sobreactivados	Contracciones repetitivas y práctica en musculatura de antebrazo y muñeca (Butefisch y Cols. 1995).
Aumento de coordinación, velocidad y control.	Terapia de movimiento inducido por restricción (Kwakkel y Cols. 2015, Nijlands y Cols. 2011, Stevenson y Cols. 2012). Entrenamiento orientado a la tarea en grupos (Blennerhasset y Cols. 2004).
Aumento de la sensibilidad.	Terapia en espejo (Doyle y Cols. 2010; Wu y Cols. 2013). Estimulación eléctrica (Conforto y Cols. 2010, Fleming y Cols. 2015). Entrenamiento sensorial orientado a la tarea (Carey y Cols. 2011).

REFERENCIAS

- Ada, L., & Canning, C. (2005). Changing the way we view the contribution of motor impairments to physical disability after stroke. In: K. Refshauge, L. Ada, & E. Ellis (Eds.). *Science-based rehabilitation: Theories into practice*. (pp 87-106). Edinburgh: Elsevier Butterworth Heinemann.
- Ada, L., Dorsch, S., & Canning, C. (2006a). Strengthening interventions to increase strength and improve activity after stroke: A systematic review. *Australian Journal of Physiotherapy* 52, 241-248.
- Ada, L., O'Dwyer, N., & O'Neill, E. (2006b). Relation between spasticity, weakness and contracture of the elbow flexors and upper limb activity after stroke: An observational study. *Disability & Rehabilitation* 28, 891-897.
- Ada, L., & Foongchomcheay, A. (2002). Efficacy of electrical stimulation in preventing or reducing subluxation of the shoulder after stroke: A meta-analysis. *Australian Journal of Physiotherapy* 48, 257-267.
- Ada, L., & Foongchomcheay, A., & Canning, C. (2005a). Supportive devices for preventing and treating subluxation of the shoulder after stroke. *The Cochrane Database of Systematic Reviews* Issue 1.
- Ada, L., Foongchomcheay, A., & Canning, C. (2005b). Use of devices to prevent subluxation of the shoulder after stroke. *Physiotherapy Research International*, 10 (3), 134-145.
- Alt Murphy, M.A., Häger, C.K. (2015). Kinematic analysis of the upper extremity after stroke: How far have we reached and what have we grasped? *Physical Therapy Reviews*, 20(3), 137-155.
- Appel, C., Mayston, M., & Perry, L. (2011). Feasibility study of a randomized controlled trial protocol to examine clinical effectiveness of shoulder strapping in acute stroke patients. *Clinical Rehabilitation*, 29(9), 833-843.
- Barker, R., Brauer, S., & Carson, R. (2008). Training of reaching in stroke survivors with severe and chronic upper limb paresis using a novel non-robotic device: A randomized clinical trial. *Stroke* 29, 1800-7.
- Bayona, N.A., Bitensky, J., Salter, K., & Teasell, R. (2005). The role of task-specific training in rehabilitation therapies. *Topics in Stroke Rehabilitation*, 12, 58-65.
- Birkenmeier, R.L., Prager, E.M., & Lang, C.E. (2010). Translating animal doses of task-specific training to people with chronic stroke in 1-hour therapy sessions: A proof-of-concept study. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 24(7), 620-635.
- Blennerhassett, J.M., Carey, L.M., & Matyas, T.A. (2006). Grip force regulation during pinch grip lifts under somatosensory guidance: Comparison between people with stroke and healthy controls. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 87, 418-429.
- Brashear, A., & Elovic, E.P. (Eds.). (2011). *Spasticity diagnosis and management*. New York: Demos Medical.
- Braun, S., Kleynen, M., van Heel, T., Kruithof, N., Wade, D., & Beurkens, A. (2013). The effects of mental practice in neurological rehabilitation: A systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Human Neuroscience*. 7, 390, 1-23.
- Brogårdh, C., Vestling, M., & Sjölund, B.H. (2009). Shortened constraint-induced movement therapy in subacute stroke – no effect of using a restraint: A randomized controlled study with independent observers. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 41, 231-236.
- Brogårdh, C., & Lexell, J. (2010) A 1-year follow-up after shortened constraint-induced movement therapy with and without mitt poststroke. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 91(3), 460-464.
- Bütefisch, C., Hummelsheim, H., Denzler, P., & Mauritz, K. (1995). Repetitive training of isolated movements improves the outcome of motor rehabilitation of the centrally paretic hand. *Journal of the Neurological Sciences*, 130 (1), 59-68.

- Cardoso, E., Rodrigues, B., Lucena, R., Oliveira, I.R., Pedreira, G., & Melo, A. (2005). Botulinum Toxin Type A for the treatment of the upper limb spasticity after stroke. *Arquivos de Neuro-Psiquiatria*, 91, 30-33.
- Carey, L., Macdonell, R., & Matyas, T.A. (2011). SENSE: Study of the effectiveness of Neurorehabilitation on Sensation: A randomized controlled trial. *Neurorehabil and Neural Repair*, 25(4), 304-313.
- Carey, L. (2012). *SENSe: Helping stroke survivors regain a sense of touch. A manual for therapists*. Heidelberg, Australia: Florey Neuroscience Institute.
- Carey, J.R., Kimberley, T.J., Lewis, S.M., Auerbach, E.J., Dorsey, L., Rundquist, P., & Ugurbil, K. (2002). Analysis of fMRI and finger tracking training in subjects with chronic stroke. *Brain*, 125(4), 773-788.
- Carr, J.H., Shepherd, R.B., Gordon, J., Gentile, A.M., & Held, J.M. (1987). *Movement science: Foundations for physical therapy in rehabilitation*. Rockville, MD: Aspen.
- Carr, J.H., & Shepherd, R.B. (2010). Reaching and manipulation. In: *Neurological rehabilitation: Optimizing motor performance*. (2nd ed., pp 123-162). Edinburgh: Churchill Livingstone Elsevier.
- Chari, V.R., & Kirby, R.L. (1986). Lower-limb influence on sitting balance while reaching forward. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 67, 73-733.
- Chumbler, N., Quigley, P., Li, X., et al. (2012). Effects of telerehabilitation on physical function and disability for stroke patients. A randomized controlled trial. *Stroke*, 43(8), 2168-2174.
- Conforto, A.B., Ferreiro, K.N., Tomasi, C., dos Santos, R., Moreira, V.L., Nagahashi, S.K., Baltieri, S.C., Scoff, M., & Cohen, L.G. (2010). Effects of somatosensory stimulation on motor function after subacute stroke. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 24(3), 263-272.
- Crosbie, J., Shepherd, R., & Squire, T. (1995). Postural and voluntary movement during reaching in sitting: the role of the lower limbs. *Journal of Human Movement Studies*, 28, 103-126.
- Dean, C., Channon, E., & Hall, J. (2007). Sitting training early after stroke improves sitting ability and quality and carries over to standing up but not to walking: A randomised controlled trial. *Australian Journal of Physiotherapy* 53, 97-102.
- Dean, C., & Shepherd, R. (1997). Task related training improves performance of seated reaching tasks after stroke: A randomised controlled trial. *Stroke*, 28, 722-728.
- Dean, C., Shepherd, R., & Adam, R. (1999a). Sitting balance 1: Trunk and arm coordination and the contribution of the lower limbs during self-paced reaching in sitting. *Gait and Posture* 10, 135-146.
- Dean, C., Shepherd, R., & Adam, R. (1999b). Sitting balance 11: Reach direction and thigh support affect the contribution of the lower limbs when reaching beyond arm's length in sitting. *Gait and Posture*, 10, 147-153.
- Doyle, S., Bennett, S.E., & McKenna, K.T. (2010). Interventions for sensory impairment in the upper limb after stroke. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. Issue 6. Art. No.: CD006331.
- Ericsson, K.A. (2004). Deliberate practice and the acquisition and maintenance of expert performance in medicine and related domains. *Academic Medicine* 79, S70-81.
- Ericsson, K.A. (2014). *The road to excellence: The acquisition of expert performance in the arts and sciences, sports and games*. New York: Psychology Press.
- Feys, H.M., de Weerdt, W.J., Selz, B.E., Steck, G.A., Spichiger, R., Vereeck, L.E., Putman, K.D., & Van Hoydonck, G.A. (1998). Effect of a therapeutic intervention for the hemiplegic upper limb in the acute phase after stroke: A single-blind randomized multicentre trial. *Stroke*, 29, 785-792.
- Feys, H.M., de Weerdt, W.J., Verbeke, G., Steck, G.C., Capiou, C., Kiekens, C., Dejaeger, E., Van Hoyconck, G., Vermeersch, G., & Cras, P. (2004) Early and repetitive stimulation of the arm can substantially improve the long-term outcome after stroke: A 5-year follow-up study of a randomized trial. *Stroke*, 35, 924-929.
- Fitts, P.M., & Posner, M.I. (1967). Human performance. Belmont, CA: Brooks/Cole.
- Fleming, M.K., Sorinola, I.O., Roberts, Lewis, S.F., Wolfe, C.D., Wellwood, I., & Newham, D.J. (2015). The effect of combined somatosensory stimulation and task-specific training on upper limb function

- in chronic stroke: A double-blind randomized controlled trial. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 29(2), 143-152.
- Foongchomcheay, A., Ada, L., & Canning, C. (2005). Use of devices to prevent subluxation of the shoulder after stroke. *Physiotherapy Research International* 10,134-145.
- Goldspink, G., & Williams, P. (1990). Muscle fibre and connective tissue changes associated with use and disuse. In: L. Ada, & C. Canning (Eds.) *Key Issues in neurological physiotherapy* (pp 197-218). Oxford, UK: Butterworth Heinemann.
- Griffin, A., & Bernhardt, J. (2006). Strapping the hemiplegic shoulder prevents development of pain during rehabilitation: A randomized controlled trial. *Clinical Rehabilitation*, 20, 287-295.
- Hayward, K., Barker, R., & Brauer, S. (2010). Interventions to promote motor recovery in stroke survivors with severe paresis: A systematic review. *Disability and Rehabilitation* 32,1973-1986.
- Harris JE, Eng JJ (2007) Paretic upper-limb strength best explains arm activity in people with stroke. *Physical Therapy*, 87, 88-97.
- Harris, J.E., Eng, J.J., Miller, W.C., & Dawson, A.S. (2009). A self-administered Graded Repetitive Arm Supplementary Program (GRASP) improves arm function during inpatient stroke rehabilitation: A multi-site randomized controlled trial. *Stroke*, 40, 2123-2128.
- Harris, J.E., & Eng, J.J. (2010) Strength training improves upper limb function in people with stroke. A meta-analysis. *Stroke*, 41, 136-140.
- Harvey, L., de Jong, I., Goehl, G., & Mardwedel, S. (2006). Twelve weeks of nightly stretch does not reduce thumb web-space contractures in people with a neurological condition: a randomised controlled trial. *Australian Journal of Physiotherapy*, 52, 251-258.
- Horsley, S., Herbert, R., & Ada, L. (2007). Four weeks of daily stretch has little or no effect on wrist contracture after stroke: A randomised controlled trial. *Australian Journal of Physiotherapy*, 53(4), 239-245.
- Howlett, O.A., Lannin, N.A., Ada, L., McKinstry, C. A. (2015). Functional electrical stimulation improves activity after stroke: A systematic review with meta-analysis. *Archives of Physical Medicine & Rehabilitation*, 96(5), 934-943.
- Hubbard, I.J., Parsons, M.W., Neilson, C., & Carey, L.M. (2009). Task-specific training: Evidence for and translation to clinical practice. *Occupational Therapy International*, 16 (3-4), 175-189.
- Internizzi, M., Negrini, S., Da, S.C., Lanzotti, L., Cisari, C., & Baricich, A. (2013). The value of adding mirror therapy for upper limb motor recovery of subacute stroke patients: A randomized controlled trial. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*, 49(3), 311-317.
- Katalinic, O.M., Harvey, L.A., Herbert, R.D., Moseley, A.M., Lannin, N.A., & Schurr, K. (2010). Stretch for the treatment and prevention of contractures. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, Issue 9, Art no. CD007455.
- Kernodle, M.W., & Carlton, L.G. (1992). Information feedback and the learning of multiple-degree-of-freedom activities. *Journal of Motor Behaviour*, 24,187-196.
- Kilduski, N.C., & Rice, M.S. (2003). Qualitative and quantitative knowledge of results: Effects on motor learning. *American Journal of Occupational Therapy*, 57, 329–336.
- Koog, Y.H., Jin, S.S., Yoon, K., & Min, B. (2010). Interventions for hemiplegic shoulder pain: Systematic review of RCTs. *Disability and Rehabilitation*, 32(4), 282-291.
- Krawczyk, M., Sidaway, M., Radwańska, A., Zaborska, J., Ujma, R., & Cztonkowska, A. (2012). Effects of sling and voluntary constraint during constraint-induced movement therapy for the arm after stroke: A randomized, prospective, single-centre, blinded observer rater study. *Clinical Rehabilitation*, 26, 990-998.
- Kwah, K.L., Harvey, L.A., Diong, J.H., & Herbert, R.D. (2012). Half of the adults who present to hospital with stroke develop at least one contracture within six months: An observational study. *Journal of Physiotherapy*, 58, 41-47.

- Kwakkel, G., Veerbeek, J.M., van Wegen, E.H., & Wolf, S.L. (2015). Constraint induced movement therapy after stroke. *Lancet Neurology*, *14*, 224-234.
- Lannin, N.A., Cusick, A., McCluskey, A., & Herbert, R.D. (2007). Effects of splinting on wrist contracture after stroke: A randomized controlled trial. *Stroke*, *38*, 111-116.
- Laver, K.E., Schoene, D., Crotty, M., George, S., Lannin, N.A., & Sherrington, C. (2013). Telerehabilitation services for stroke. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, Issue 12, Art. No.: CD010255. DOI: 10.1002/14651858.CD010255.pub2.
- Laver, K.E., George, S., Thomas, S., Deutsch, J.E., & Crotty, M. (2015). Virtual reality for stroke rehabilitation. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. Issue 2:CD 008349.
- Lee, M.M., Cho, H.Y., & Song, C.H. (2012). The mirror therapy program enhances upper limb motor recovery and motor function in acute stroke patients. *American Journal of Occupational Therapy*, *91*, 8, 689-696.
- Lindgren, I., Lexell, J., Jönsson, A.C., & Brogardh, C. (2012). Left-sided hemiparesis, pain frequency, and decreased passive shoulder range of abduction are predictors of long-lasting poststroke shoulder pain. *Physical Medicine and Rehabilitation*, *4*, 561-568.
- Magill, R.A. (2011). *Motor learning and control: Concepts and applications* (9th ed). New York: McGraw-Hill.
- Mastos, M., Miller, K., Eliasson, A.C. et al. (2007). Goal-directed training: Linking theories of treatment to clinical practice for improved functional activities in daily life. *Clinical Rehabilitation*, *21*, 47-55.
- Mehrholtz, J., Hadrich, A., Platz, T., Kugler, J., & Pohl, M. (2012). Electromechanical and robot-assisted arm training for improving generic activities of daily living, arm function and arm muscle strength after stroke. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, Issue 6.
- Michaelsen, S.M., Dannenbaum, R., & Levin, M.F. (2006). Task-specific training with trunk restraint on arm recovery in stroke. *Stroke*, *27*, 186-192.
- Morris, S.L., Dodd, K.J., & Morris, M.E. (2004). Outcomes of progressive resistance strength training following stroke: A systematic review. *Clinical Rehabilitation* *18*, 27-39.
- Moseley, A.M., Hassett, L.M., Leung, J., Clare, J.S., Herbert, R.D., & Harvey, L.A. (2008). Serial casting versus positioning for the treatment of elbow contractures in adults with traumatic brain injury: A randomized controlled trial. *Clinical Rehabilitation*, *22*(5), 406-417.
- Nascimento, R., Michaelsen, S.M., Ada, L., Polese, J.C., & Teixeira-Salmela, L.F. (2014). Cyclical electrical stimulation increases strength and improves activity after stroke: A systematic review. *Journal of Physiotherapy*, *60*, 22-30.
- Neistadt, M. (1994). The effect of different treatment activities on functional fine motor coordination in adults with brain injury. *American Journal of Occupational Therapy*, *48*(10), 877-882.
- Nijland, R., Kwakkel, G., Bakers, J., & van Wegen, E. (2011). Constraint-induced movement therapy for the upper paretic limb in acute or sub-acute stroke: A systematic review. *International Journal of Stroke*, *6*, 425-433.
- Norouzi-Gheidari, N., Archambault, P.S., & Fung, J. (2012). Effects of robot-assisted therapy on stroke rehabilitation in upper limbs: Systematic reviews and meta-analysis of the literature. *Journal of Rehabilitation Research and Development*, *49*(4), 479-496.
- Nowak, D.A., & Hermsdorfer, J. (2003). Selective deficits of grip force during object manipulation in patients with reduced sensibility of the grasping digits. *Neuroscience Research*, *47*, 65-72.
- O'Dwyer, N.J., Ada, L., & Neilson, P.D. (1996). Spasticity and muscle contracture following stroke. *Brain*, *119*, 1737-1749.
- Pandian, J.D., Kaur, P., & Arora, R., Vishwambaran, D.K., Toor, G., Mathangi, S., Vijaya, P., Uppal, A., Kaur, T., & Arima, H. (2013). Shoulder taping reduces injury and pain in stroke patients. *Neurology*, *80*, 528-532.
- Pandyan, A.D., Cameron, M., Powell, J. et al. (2003). Contractures in the post-stroke wrist: A pilot study of its time course of development and its association with upper limb recovery. *Clinical Rehabilitation*, *17*(1), 88-95.

- Patrick, E., & Ada, L. (2006). The Tardieu Scale differentiates contracture from spasticity whereas the Ashworth Scale is confounded by it. *Clinical Rehabilitation*, 20,173-182.
- Pollock, A., Farmer, S.E., Brady, M.E., et al. (2014). Interventions for improving upper limb function after stroke. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, Issue 11.
- Quaney B M, Perera S, Maletsky R, Luchies C W, & Nudo R J (2005). Impaired grip force modulation in the ipsilesional hand after unilateral middle cerebral artery stroke. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 19, 338-349.
- Refshauge KM, Ada L, Ellis E (Eds) (2005). *Science-based rehabilitation: Theories into practice*. Elsevier Butterworth-Heinemann, Edinburgh
- Ross, L.F., Harvey, L.A., & Lannin, N.A. (2009). Do people with acquired brain impairment benefit from additional therapy specifically directed at the hand? A randomized controlled trial. *Clinical Rehabilitation*, 23 (6), 492-503.
- Schmidt RA, Lee TD. (2005). *Motor control and learning: A behavioural emphasis* (4th ed.). Champaign: Human Kinetics.
- Shaw L, Rodgers H, Rice C, et al (2010). BoTULS: A multicentre randomised controlled trial to evaluate the clinical effectiveness and cost effectiveness of treating upper limb spasticity due to stroke with botulinum toxin type A. *Health Technology Assessment*, 14(26), 1-113.
- Shean, G., Lannin, N.A., Turner-Stokes, L., et al. (2010). Botulinum toxin assessment, intervention and aftercare for upper limb hyper tonicity in adults: International consensus statement. *European Journal of Neurology*, 17, 74-93
- Shumway-Cook, A. (2012). *Motor control: Translating research into clinical practice*. Philadelphia: Wolters Kluwer Health/Lippincott Williams & Wilkins.
- Sietsema, J.M., Nelson, D.L., Mulder, R.M. et al., (1993). The use of a game to promote arm reach in persons with traumatic brain injury. *American Journal of Occupational Therapy*, 47(1), 19-24.
- Stevenson, T., Thalman, L., Christie, H., & Poluh, W. (2012). Constraint-induced movement therapy compared to dose-matched interventions for upper-limb dysfunction in adult survivors of stroke: A systematic review with meta-analysis. *Physiotherapy Canada*, 64, 397-413.
- Tabary, J.C., Tabary, J.C., Tardieu, C., et al. (1972). Physiological and structural changes in the cat's soleus muscle due to immobilization at different lengths by plaster case. *Journal of Physiology (London)* 224, 231-244
- Taub, E, Uswatte, G., et al (2013). Method for enhancing real-world use of a more affected arm in chronic stroke: Transfer package of constraint-induced movement therapy. *Stroke*, 44, 1383-1388.
- Thieme, H., Mehrholz, J., Pohl, J.M., Behrens, J., & Dohle, C. (2012). Mirror therapy for improving motor function after stroke. *Cochrane Database of Sys Reviews*, Issue 3.
- Thieme, H., Bayn, M., Wurg, M., Zange, C., et al. (2013) Mirror therapy for patients with severe arm paresis after stroke: A randomized controlled trial. *Clinical Rehabilitation*, 27(4), 314-324.
- Thrane, G., Askim, T., Stock, R., Indredavik, B., Gjone, R., Erichsen, A., & Anke, A. (2014). Efficacy of constraint induced movement therapy in early stroke rehabilitation: A randomized controlled multisite trial. *Neurorehabilitation & Neural Repair*, 29(6) 517-525.
- Thrasher, A., Zivanovic, V., McIlroy, W., & Popovic, M. (2008). Rehabilitation of reaching and grasping function in severe hemiplegic patients using functional electrical stimulation therapy. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 22, 706-714.
- van Vliet, P.M., & Wulf, G. (2006). Extrinsic feedback for motor learning after stroke: what is the evidence? *Disability and Rehabilitation*, 28, 831-840.
- van Vliet, P.M. (1998). An investigation of reaching movements following stroke. Nottingham: University of Nottingham. PhD thesis.
- van Vliet, P., Pelton, T.A., Hollands, K.L., Carey, L., & Wing, A.M. (2013). Neuroscience findings on coordination of reaching to grasp and object: Implications for research. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 27(7), 622-635.
- Vattanasilp, W., Ada, L., Crosbie, J. (2000). Contribution of thixotropy, spasticity and contracture to ankle stiffness after stroke *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry*, 69, 34-39.

- Veerbeek, J.M., van Wegen, E., van Peppen, R., van der Wees, P.J., Hendriks, E., Rietberg, M., & Kwakkel, G. (2014). What is the evidence for physical therapy post-stroke? A systematic review and meta-analysis. *PLOS One*, *9* (2, Feb), e87987.
- Viana, R., Pereira, S., Mehta, T., Miller, T., & Teasell, R., (2012). Evidence for therapeutic interventions for hemiplegic shoulder pain during the chronic stage of stroke: A review. *Topics in Stroke Rehabilitation*, *19*(6), 514-522.
- Waddell, K.J., Birkenmeier, R.L., Moore, J.L., Hornby, T.G., & Lang, C.E. (2014). Feasibility of high-repetition, task-specific training for individuals with upper-extremity paresis. *American Journal of Occupational Therapy*, *68*(Jul/Aug), 444-453.
- Williams, P. (1990). Use of intermittent stretch in the prevention of serial sarcomere loss in immobilised muscle. *Annals of Rheumatological Disease*, *49*, 316-317.
- Williams, P.E., & Goldspink, G. (1978). Changes in sarcomere length and physiological properties in immobilized muscle. *Journal of Anatomy*, *127*, 459-468.
- Winstein, C.J., & Schmidt, R.A. (1990). Reduced frequency of knowledge of result enhances motor skill learning. *Journal of Experimental Psychology*, *16*, 677-691.
- Wu, C.Y., Huang, P.C., Chen, Y.T., Lin, K.C., & Yang, H.W. (2013). Effects of mirror therapy on motor and sensory recovery in chronic stroke: A randomized controlled trial. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, *94*, 1023-1030.
- Zackowski, K.M., Dromerick, A.W., Sahrman, S.A., Thach, W.T., & Bastian, A.J. (2004). How do strength, sensation, spasticity and joint individuation relate to the reaching deficits of people with chronic hemiparesis? *Brain*, *127*, 1035-1046.
- Zoia, S., Pezzetta, E., Blason, L., et al. (2006). A comparison of the reach-to-grasp movement between children and adults: a kinematic study. *Developmental Neuropsychology*, *30*(2), 719-738.
