

# *HandTutor*<sup>TM</sup>

## Erweiterte Schlaganfall Rehabilitierung

Eli Carmeli<sup>1</sup>, Sara Peleg<sup>2</sup>; Gadi Bartur<sup>2</sup>; Enbal Elbo<sup>2</sup>; Jean- Jacques Vatine<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>Physiotherapieabteilung, Medizinische Fakultät, Tel Aviv University, Israel

<sup>2</sup>Ambulantes Patientenwesen und Forschungsabteilung, Medizinzentrum Reuth, Tel Aviv, Israel

<sup>3</sup>Sackler Medizinfakultät, Tel Aviv University, Israel;

### Zusammenfassung

#### Hintergrund und Zweck

Diese Studie bewertet die Effizienz einer kombinierten Therapie unter Benutzung des HandTutor<sup>TM</sup> in Kombination mit einer traditionellen Behandlung nach einem Schlaganfall mit akutem Bestand. Die Studie vergleicht eine Studiengruppe welche eine traditionelle Behandlung erfuhr in Kombination mit dem HandTutor<sup>TM</sup> im Vergleich zu einer Kontrollgruppe welche eine alleinige traditionelle Behandlung bekam.

#### Methode

Eine assessorblinder, stichprobenartiger Pilotversuch fand in der Rehabilitationseinheit in Reuth, Israel statt. 31 Schlaganfall Patienten in der akuten Phase wurden zufällig einer der beiden Gruppen in Dreiergruppen zugeordnet (Studien- oder Kontrollgruppe). Die

Studiengruppe (n=16) unterlief ein Handrehabilitationsprogramm unter Nutzung des HandTutor™ in Kombination mit einer traditionellen Therapie. Die Kontrollgruppe (n=15) erhielt nur eine traditionelle Behandlung. Der Behandlungsplan für beide Gruppen war von ähnlicher Dauer und Häufigkeit. Patienten wurden durch den Brunnström-Fugl-Meyer (FM) Test und den Box und Blocks Test (B&B) ausgewertet, zusätzlich zu den Parametern, welche die Verbesserung durch den HandTutor™ anzeigten, die wiederum von der HandTutor™ Software ermittelt wurden (Leistungsgenauigkeit auf der X-Achse & Leistungsgenauigkeit auf der Y-Achse).

### **Ergebnisse**

Nach 15 konsekutiven Behandlungssitzungen wurde eine signifikante Verbesserung innerhalb der Studiengruppe festgestellt (95% Vertrauensintervall) im Vergleich wurde folgendes bei der Kontrollgruppe beobachtet: B&B  $p=0.015$ ; FM  $p=0.041$ , HandTutor™ Leistungsgenauigkeit auf der X-Achse und Leistungsgenauigkeit auf der Y-Achse  $p<0.0003$ .

### **Fazit**

Die Ergebnisse dieser Studie unterstützen weitere Nachforschungen im Bereich der HandTutor™ Nutzung in Kombination mit traditionellen OT und PT während einer Behandlung der Handrehabilitation nach einem Schlaganfall.

**Schlüsselwörter:** Schlaganfall, Erweiterte Rückmeldung, Hand, Rehabilitation.

**Abkürzungen:** FM = Fugl-Meyer, B&B = box und blocks, OT = Occupational therapy (berufsbegleitende Therapie), PT = physical therapist (Physiotherapeut)

## **Einführung**

Schlaganfälle sind die dritthäufigste Todesursache der Welt und verursachen mehr Langzeit-Behinderungen als jede andere Krankheit. Fast  $\frac{3}{4}$  aller Schlaganfälle betreffen Patienten über 65 Jahren und das Risiko verdoppelt sich jedes Jahrzehnt nach dem Alter von 55 Jahren. In Israel ereignen sich ungefähr 14.500 neue Schlaganfälle jedes Jahr.

Die Behandlung von Schlaganfällen ist im Allgemeinen in drei Stufen eingeteilt: 1) Vorsorge, 2) Akute Behandlung (z.B. Medikation), und 3) Rehabilitation und eine zweite Vorsorgen. Viele Forschungen haben in sowohl Tierstudien als auch Humanstudien gezeigt, dass die wichtigen Variablen bezüglich des Neuerlernens von motorischen Fähigkeiten und die Änderung der zugrundeliegenden neurologischen Struktur abhängig sind von der Quantität, der Dauer und der Intensität einer Behandlungssitzung (Nudo et al., 1996). Die meisten Veränderungen der Hirnrinde sind wenige Monate nach dem Schlaganfall zu sehen, in dieser Zeit sind auch die steilsten Erholungskurven zu sehen (Traversa R et al., 1997). Mehrere Studien wurden durchgeführt um die Erholung des halbseitengelähmten Armes bei Schlaganfall-Patienten zu untersuchen. Bis zu 85% der Patienten zeigen ein anfängliches Defizit im Armereich, dieses Problem besteht bei 55% bis 75% der Patienten drei bis sechs Monate nach der ersten Einschätzung (Bard G, 1965; Wade DT., 1983; Parker VM, 1986; Olsen TS., 1990).

Intensive Rehabilitation wurde nun häufiger angewandt als Verbesserungen der Nachschlaganfallsbehandlungen. Die Reduktion der Langzeitbehinderungen wurde nach einer intensiven Rehabilitation festgestellt. (Indredavik et al., 1997; Stroke Unit Trialist Collaboration, 1997). Kürzlich erbrachte Beweise haben gezeigt, dass intensive und wiederholte Behandlungen die Erholung und die Verbesserung der funktionalen Möglichkeiten verbessern können. (Taub et al., 1993; Wolf et al., 1989).

Es gibt zunehmend Beweise von Studien zu menschlichen Gehirnbildern, dass die Bewegung eines betroffenen Glied mit teilweiser Erholung nach einem Schlaganfall in Verbindung gebracht wird mit veränderten Aktivitäten in der motorischen Hirnrindenregion (Chollet et al., 1991; Weiller et al., 1992; Cao et al., 1994,; Caramia et

al., 1996; Cicinelli et al., 1997; Cramer et al., 1997; Honda et al., 1997; Netz et al., 1997; Traversa et al., 1997; Marshall et al., 2000; Pineiro et al., 2001). Überdies gibt es eine Korrelation zwischen verbesserten motorischen Fähigkeiten und einem verbesserten Ergebnis. (Taub et al., 1993). Beweise für wiederholte Behandlungen können auch gesehen werden bei der ansteigenden Nutzung von fortgeschrittenen, technologischen Rehabilitationstechniken wie zum Beispiel Robotertechnik als ein Zusatz zu einer traditionellen Therapie.

Das traditionelle Service Model der Krankenhäuser oder Rehabilitationszentren kann nicht die Quantität oder Intensität der Behandlung geben welche erforderlich ist um neuronale und funktionelle Veränderungen herbeizuführen. Weil der HandTutor™ ein intensives und herausforderndes sowie behinderungsspezifisches Training ermöglicht, mit einer erweiterten Rückmeldung, wurde beschlossen, die Effektivität des HandTutor™ als ein innovatives System für die Handrehabilitation zu erforschen. Wir stellen die Hypothese auf, dass die Nutzung des HandTutor™ in Verbindung mit einer traditionellen Rehabilitation die motorischen und funktionellen mehr Verbesserungen bei Patienten erzielt werden nach einer Behandlung eines akutem Schlaganfalls als diejenigen, die sich alleinig einer traditionellen Therapie unterziehen. Überdies wurden wir ermutigt einen zufälligen assesorblinden Pilottest zu initiieren, da keine vorherigen Studien bezüglich der Benutzung des HandTutor™ dokumentiert wurden.

### **HandTutor™**

Der HandTutor™ ist ein behinderungsorientiertes Trainingssystem mit Übungen basierend auf wiederholten und intensiven sowie aktiven Beugungen und Streckungen der Finger- und Handgelenksbewegungen. Der Patient trägt einen ergonomischen Handschuh dessen Sensoren es ermöglichen die Finger- und Handgelenksbewegungen der Patienten zu kontrollieren. (Abb 1). Das HandTutor™ System beinhaltet die Übungsaufgaben die den Patienten ermutigen den/die Finger und/oder das Handgelenk zu beugen oder zu strecken. Die Rehabilitationssoftware für Spezialisten gibt dem Patienten eine behinderungsspezifische erweiterte Rückmeldung. (Abb 2).



Abb.1 - HandTutor™ Handschuh



Abb.2 - HandTutor™ System

# **METHODEN**

## **Teilnehmer**

Die Teilnehmer wurden durch Kliniken rekrutiert welche kürzlich zum Rehabilitationszentrum des medizinischen Zentrums Reuth in Tel Aviv, Israel, hinzukamen.

Kriterien für die Studie waren Patienten im Alter zwischen 18-80 Jahren welche vor 10 Tagen oder 10 Wochen eine Schlaganfall erlitten und einen Mindestpunktsatz von 24 im Mini Mental Test (Folstein MF., 1975) erzielten, desweiteren hatten die Patienten mindestens 10 Einheiten der Beugung und/oder Streckung des Handgelenks oder Finger zu erzielen und die mussten fähig sein, das Handgelenk 5 mal wiederholt zu strecken und zu beugen ohne Verlust des aktiven Bewegungsradius. Die Patienten hatten die kognitiven Verhaltens- und Kommunikationsfähigkeiten, um eine Teilnahme an der Studie zu garantieren. Patienten wurden über einen Zeitraum von sechs Monaten rekrutiert.

Ausschlusskriterien beinhalteten solche Patienten mit Apraxie oder Hemianopsie und andere medizinische Konditionen, die mit den Möglichkeiten des Patienten die erforderlichen Aufgaben auszuführen korrelierten (Endstufe der Parkinson Krankheit, Multiple Sklerose, komplette oder schwere Rückenmarksverletzungen, rheumatische Arthritis etc). Diese Studie wurde vom „Ethical Review Board of the Reuth Medical Center“, Tel Aviv, Israel abgeseget und alle teilnehmenden Patienten haben ein Zusage-Formular unterschrieben.

## **Studienaufbau und Vorgehensweise**

Alle Teilnehmer (Experiment- und Kontrollgruppe) wurden in vier Stufen innerhalb der Studie ausgewertet: Anfänglich (Beginn der Studie) T1, in der Mitte (nach 10 Tagen) T2, am Ende der Studie (nach 21 Tagen und 15 konsekutiven Behandlungssitzungen) T3, und 10 Tage nach der Studienbehandlung T4. Die Patienten wurden zufällig den zwei Gruppen zugeordnet (Experiment- und Kontrollgruppe) in jeweils Dreiergruppen.

Alle Patienten wurden nach dem Box und Block Geschicklichkeitstest (B&B) und dem Fugl-Meyer (FM) Behinderungstest beurteilt. Zusätzlich wurden Datensätze des HandTutor™ Ball-Geschwindigkeitstest und die Spurweite der HandTutor™ Übungsaufgaben hinzugezogen mit denen die Studiengruppe arbeitete, diese wurden ebenfalls dokumentiert. Klinische Auswertungen wurden von einem unabhängigen Prüfer ausgeführt, welcher nicht im Bilde über die Gruppenaufgabe war und nicht in der Routinebehandlung der Patienten involviert war. Demographische Daten und die medizinischen Symptome des Schlaganfalls wurden durch den Forschungsassistenten des Physiotherapeuten (PT) aufgezeichnet.

Beide, sowohl die Experiment- als auch die Kontrollgruppe, führen mit ihrem gewöhnlichen Behandlungsprogramm fort, welches OT und PT der betroffenen Hand beinhaltet. Die Studiengruppe erhielt eine zusätzliche 20-30 minütige Behandlung mit dem Handrehabilitationsprogramm des HandTutor™, welches von einem Forschungsassistenten des Physiotherapeuten durchgeführt wurde. Um Verzerrungen der Studiengruppe zu vermeiden, durch das Erhalten einer zusätzlichen Behandlungseinheit, wurden den Teilnehmern der Kontrollgruppe eine zusätzliche 20-30 minütige traditionelle Handtherapiesitzung erteilt. Die traditionelle Behandlung beinhaltet funktionale Aktivitäten und Übungen welche Armbewegungen erleichtern und die Kraft ausbauen. Diese Übungen beinhalten aktive, unterstützende und passive Armbewegungen.

Die HandTutor™ Software liefert eine ausgeweitete Finger- und Handgelenksbewegungsrückmeldung. Der Therapeut kann die Aufgaben personalisieren, um dem Patienten aktive Beugungen und Streckungsaufgaben des Handgelenks und der/des Fingers zu ermöglichen. Die Aufgabe kann abgestimmt werden, um alle Finger oder einzelne Fingerbewegungen zu trainieren. In dieser Studie wurde die gewählte Aufgabe "Track" genannt. Diese Aufgabe bestand aus einem Ball, der sich auf einer Spur bewegte (Abb. 3).

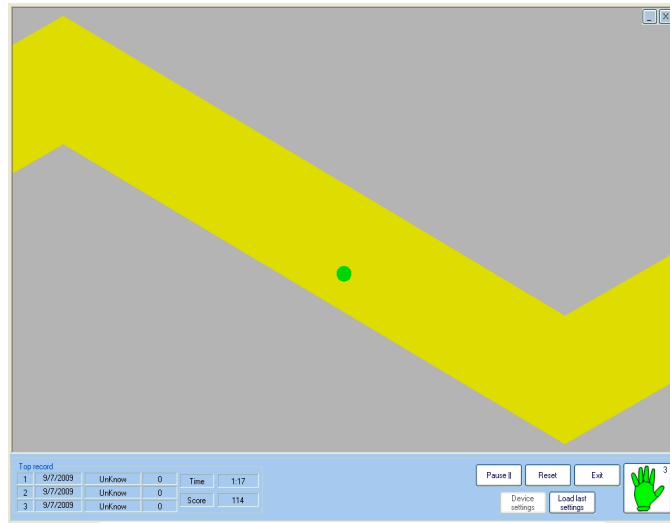


Abb.3 - HandTutor™ Übungsaufgabe  
"Track"



Die Bewegung des Balls entlang der Spur wird durch Beugen und Strecken der/des Finger oder Handgelenks kontrolliert. Der Therapeut stellt die Aufgabe so, dass nur die erforderlichen Finger oder das Handgelenk trainiert werden. Die HandTutor™ Software erlaubt es dem Therapeuten auch, den Bewegungsraum (ROM) des Patienten festzulegen, welcher während der Übung trainiert wird. Dies wird dadurch erreicht, dass die Software so konzipiert ist, dass der ausgewählte ROM des Patienten der vertikalen Verschiebung des Balls entspricht. Die ROM Messung die der HandTutor™ nutzt ist eine Maßstab ROM Messung. Diese Messungen behandeln die Finger als Multiverbindungssystem und misst nicht den Winkel jeder einzelnen Verbindung.

Ist die Aufgabe festgelegt übersetzt der HandTutor™ die Beugungsbewegungen der Finger oder des Handgelenks der Patienten in eine Aufwärtsbewegung des Balls und die Streckung der Finger oder Handgelenks in eine Abwärtsbewegung des Balls gemäß der Patienten ROM Möglichkeit. Der Ball bewegt sich auf dem Bildschirm nach unten, wenn der Patient seine Finger beugt um eine Faust zu machen, beim Öffnen der Faust bewegt sich der Ball nach oben. Während der Ball entlang der Spur läuft, ermutigt ein erweitertes Feedback den Patienten und trainiert ihn während der Übung. Alle Parameter der Spur können auf die Möglichkeiten des Patienten abgestimmt werden, diese beinhalten die Weite der Spur und die Geschwindigkeit mit der sich der Ball entlang der Spur bewegt. Diese Parameter werden für statistische Analysen aufgezeichnet.

Bevor die Behandlung beginnt wird der Patienten in eine bequeme Sitzhaltung vor einem Computerbildschirm gebracht. Der Arm wird auf einen Tisch gestützt mit einem 30 Grad Winkel der Schulterbeugung vorwärts und den Ellenbogen im 120 Grad Winkel. Falls nötig kann ein Kissen als zusätzliche Stützung des Unterarms hinzugefügt werden. Die HandTutor™ Übungsbehandlung besteht aus sechs konsekutiven 1-minütigen Perioden mit Abwechslung zwischen „rest“ (A) und „track“ (B), dadurch wird folgende Sequenz geschaffen A1, B1, A2, B2, A3, B3. Während des Tests gab es keine auditiven Beiträge vom Beobachter zum Patienten. Um dem Patienten dabei zu helfen sich zu erinnern, wann „rest“ und wann „track“ an der Reihe ist, zeigt der Bildschirm auch das Ziel „rest“ oder „track“ an. Eine HandTutor™ Behandlungssitzung dauerte 20-30 min. Die Frequenz des Trainings war fünf Sitzungen pro Woche.

### **Evaluierungs- und Messinstrumente**

Der Bereich welcher die oberen Glieder und deren Erholung im Brunnström-Fugl-Meyer Test betrifft (Fugl-Meyer AR, 1980) wurde genutzt, um die motorische Erholung auszuwerten, als Methode, um den Grad der Behinderung herauszufinden. Die Skala hat gezeigt dass sie sensibel, verlässlich und gültig ist. (Fugl-Meyer AR, 1975; Sanford J, 1993; De Weerd WJG, 1985).

In Bezug auf die Handgeschicklichkeit wurde der Box und Block Test genutzt, um die Leistung der Fingergriffe sowie die Spannungsabfallfunktion zu quantifizieren (Desrosiers J, 1994; Mathiowetz V, 1985). Als zusätzliches Kontrollinstrument für funktionale Messungen wurde der HandTutor™ Ballgeschwindigkeitstest und Spurtiefe-Test aufgezeichnet. Die Datensätze wurden anschließend analysiert um die Verbesserung der Übungsleistung der Patienten innerhalb der Studiengruppe herauszufinden.

### **Datenverarbeitung**

Wiederholte T-Test Messungen wurden auf den Test angewandt, um die Unterschiede der Verbesserung über die Zeit zwischen den beiden Gruppen festzustellen, da die Bewertungsskala kontinuierlich war und die Annahmen der Normalverteilung abbildete.

Die kategorischen Variablen in der Kontroll- und Studiengruppe wurden durch einen Chi-Quadrat Test und einen Fisher Test verglichen. Alle statistischen Vorgänge wurden durch das SAS System der Medistat Ltd, 2006, Israel abgebildet.

### **Ergebnis**

Vierunddreißig (34) geeignete Patienten wurden aus einem Pool von 134 Patienten oder medizinischen Berichten ausgewählt. Ungeeignete Patienten hatten: Schlaganfall Ausbruch >10 Wochen (n=1), Hemianopsie (n=12), Missachtet (n=10), Orthopädische Problem (n=2), Keine Fingerbewegung (n=48), Apraxie (n=11), Neurologische Krankheiten (n=1), Aphasie (n=15). Die 34 geeigneten Patienten wurden zufällig der Studiengruppe (n=18) und der Kontrollgruppe (n=16) zugeordnet. Zwei der 18 Teilnehmer in der Studiengruppe verließen die Gruppe während der Experimentphase, da einer der Patienten starb und ein anderer die Behandlung nicht fortsetzen wollte. Übrig blieben 16 Patienten in der Studiengruppe und 15 Patienten in der Kontrollgruppe.

Wie in der Tabelle 1 dargestellt waren die Gruppen während der T1-Messung statistisch äquivalent in den abhängigen Variablen.

Die Patienten in beiden Gruppen waren äquivalent in Bezug auf sozio-demografische und klinische Variablen, dies zeigte dass die zufällige Verteilung erfolgreich war. Keine Beziehung zwischen der Seite des Schlaganfalls und der dominanten Hand der Patienten wurde gefunden. (Tabelle 2)

Experimental group n=16						Control group n=15				p value <sup>a</sup> between groups by pretest measurement	p value <sup>a</sup> on differences between the group	
Dependent Variables	Stage	Mean	(SD)	p-value <sup>a</sup> T1vs.T3	p- value <sup>a</sup> on diff (T1-T3) vs.(T3-T4)	Mean	(SD)	p-value <sup>a</sup> T1vs.T3	p- value <sup>a</sup> on diff (T1-T3) vs.(T3-T4)			
Motor function (Fugl - Meyer/66)	T1	46.8	13.1	0.0152	0.0056	49.3	9.4	0.539	0.075	0.318	T1-T3	0.0417
	T2	53.1	9.3			53.7	8.6				T3-T4	0.912
	T3	56.6	6.6			52.4	8.1					
	T4	56.9	7			51.9	6.3					
Manual dexterity (Box and block test no. of blocks)	T1	18.1	10.9	0.0045	0.00025	25.5	14.3	0.217	0.102	0.12	T1-T3	0.015
	T2	25.5	10.6			27.4	15.9				T3-T4	0.5
	T3	32	11.6			31.4	16.1					
	T4	35	8.8			33.2	17.5					
Performance accuracy on x axis Track speed	T1	1.3	0.29	0.0003	0.00026	1.32	0.27	0.587	0.33	0.885	T1-T3	0.00049
	T2	2.05	0.88			1.39	0.36				T3-T4	0.824
	T3	2.77	1.25			1.39	0.36					
	T4	2.89	1.35			1.32	0.23					
Performance accuracy on y axis Track width	T1	6.34	1.77	0.00005	0.000023	6.63	1.61	0.942	0.1584	0.6643	T1-T3	0.000002
	T2	4.12	1.39			6.75	1.56				T3-T4	0.898
	T3	3.51	1.31			6.67	1.63					
	T4	3.51	1.2			7.18	0.73					

Tabelle.1 – Vergleich der Experiment- und der Kontrollgruppe in Bezug auf die abhängigen variable.

a. P Wert in Verbindung mit dem T-Test

<b>P-Wert<sup>a</sup></b>	<b>Kontrollgruppe (n=15)</b>		<b>Studiengruppe (n=16)</b>		<b>Sozio-demografische und klinische Variablen (T1)</b>
	<b>Std.</b>	<b>Durchschnitt</b>	<b>Std.</b>	<b>Durchschnitt</b>	<b>Stetige Variablen</b>
0.45	5	62.5	8.9	57.8	Alter
0.48	8.24	11.25	7.54	8.41	Zeit ab Ereignis bis Test (Tage)
<b>Strikte Variablen</b>					
<b>P</b>	<b>% Gruppe</b>	<b>n</b>	<b>% Gruppe</b>	<b>N</b>	<b>Strikte Variablen</b>
0.61	26.66	4	31.25	5	Frauen
	73.33	11	68.75	11	Männer
<b>Schlaganfalltyp</b>					
<b>P</b>	<b>% Gruppe</b>	<b>n</b>	<b>% Gruppe</b>	<b>N</b>	<b>Schlaganfalltyp</b>
0.78	86.66	13	87.5	14	Ischämisch
	13.33	2	12.5	2	Hämorrhagisch
<b>Schlaganfallseite</b>					
<b>P</b>	<b>% Gruppe</b>	<b>n</b>	<b>% Gruppe</b>	<b>n</b>	<b>Schlaganfallseite</b>
0.15	33.33	5	62.5	10	Rechts
	66.66	10	37.5	6	Links

Tabelle.2 – Vergleich der Experiment- und Kontrollgruppe bezüglich der sozio-demografischen Daten bei T1  
a. P Wert I Verbindung mit dem Mann Whitney Test für die stetigen Variablen und den Chi-Quadrat Test oder den Fischer Test für die strikten Variablen

Statistische Analysen zeigten eine signifikante Verbesserung der Studiengruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe zwischen T1 und T3 innerhalb der verschiedenen abhängigen Variablen die ausgewertet wurden: 1) Box und Block (B&B) Handgeschicklichkeitstest:  $p=0.015$ ; 2) Fugl-Meyer (FM) obere Extremitäten Test der sensorischen und motorischen Behinderungen:  $p=0.041$ . Zusätzlich ergab sich eine signifikante Verbesserung innerhalb der Studiengruppe zwischen T1 und T3 als die HandTutor<sup>TM</sup> Software Ball-

Geschwindigkeits-Leistungsgenauigkeit auf der X-Achse mit  $p < 0.001$  und die Leistungsgenauigkeit der Spurtiefe auf der Y-Achse mit  $p < 0.001$  analysiert wurde. Es wurden keine signifikanten Veränderungen in der Patientenleistung zwischen T3 und T4 festgestellt, weder in der Experiment, noch in der Kontrollgruppe.

## **DISKUSSION**

Im Durchschnitt schob und löste die Studiengruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe 8 Blöcke mehr in der erlaubten Zeit in T3. Überdies zeigten die Ergebnisse des Fugl Meyer Tests der sensorischen und motorischen Beeinträchtigungen der oberen Extremitäten eine höhere Verbesserung innerhalb der Studiengruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe.

Die Tatsache dass es keine signifikanten Veränderungen der Patientenleistung zwischen T3 und T4 in beiden Gruppen, der Experiment- und der Kontrollgruppe, auftraten zeigt, dass die funktionale Leistung der Patienten die während der Pilotstudie erreicht wurden mindestens 10 Tage nach der letzte Behandlung noch andauern.

Intensive und häufig wiederholte Übungen haben sich als notwendig gezeigt, um die Neustrukturierung des Gehirns zu unterstützen. (Jenkins and Merzenich, 1987; Nudo et al., 1996). Studien haben auch berichtet dass intensive und häufig wiederholte Übungen effektiv sind bei der Erholung der funktionalen Möglichkeiten und der motorischen Fähigkeiten und dass die Verbesserung der motorischen Fähigkeiten und der funktionalen Möglichkeiten es dem Patienten ermöglichen, aktive alltägliche Aktivitäten auszuüben. (Taub et al., 1993; Wolf et al., 1989). Andere Studien berichten über signifikante Verbesserungen in Alltagsaktivitäten als Ergebnis einer höheren Intensität des Trainings (Langhorne et al., 1996). Um eine optimale funktionale Erholung zu erreichen ist es nicht ausreichend nur wiederholte funktionale Aufgaben zu machen. Stattdessen ist es erforderlich für den Patienten die motorischen, sensorischen und kognitiven Beeinträchtigungen zu trainieren indem diese kombiniert werden mit wiederholten und kontrollierten sowie beeinträchtigungsorientierten Übungen.

Das HandTutor™ Konzept unterstützt wiederholte Finger- und Handgelenksbewegungen mit kinematischem erweitertem Feedback. Um diese Punkt hervorzuheben ist es erwähnenswert zu sagen, dass der HandTutor™ mit einem einzelnen Finger oder Handgelenksbewegung arbeiten kann, durch das Abzielen auf kinematische Beeinträchtigungen des ROM, der Geschwindigkeit, der Genauigkeit und der Homogenität der Finger- und Handgelenksbewegungen.

Falls der zu behandelnde Patient eine Beeinträchtigung in der Propriozeption hat, dann ist in der Anfangsphase der HandTutor™ Behandlung die Einstellung auf eine weite Spur zu stellen und die Ballgeschwindigkeit auf eine langsamere Geschwindigkeit zu stellen. Die Software ermutigt die Patienten die Finger oder das Handgelenk zu bewegen um innerhalb der Spur zu bleiben und der Patient erhält eine Rückmeldung bezüglich seiner Leistungsmöglichkeit die Aufgabe auszuführen. Die HandTutor™ Software stellt daher kinematische und erweiterte Rückmeldungen in Form von Wissen und Ergebnis (KR) und Wissen und Leistung (KP). KR bezieht sich auf das Ergebnis und KP gibt den Patienten Instruktionen was zu tun ist um eine verbessertes Ergebnis zu erzielen. Die Tatsache dass der Ball innerhalb der Spur bleibt oder nicht innerhalb der Spur oder der Laufbahn des Balles bleibt liefert KR während die Form der Spur KP liefert. Wenn die Patienten Propriozeption die Finger- und Handgelenksbewegungen verbessert, verbessert sich auch die Genauigkeit der Bewegungen. Dies erlaubt es dem Therapeuten die Geschwindigkeit des Balles zu erhöhen und die Spurtiefe zu verringern.

Die erweiterte Rückmeldung die an den Patienten und den Therapeuten durch die HandTutor™ Software gegeben wird ist quantitative und objektiv und besteht aus kongruentem und/oder quantitativ kinematischem Feedback z.B. die Geschwindigkeit der Fingerbewegung. Die Rückmeldung ist einfach und leicht zu verstehen für sowohl den Therapeuten als auch den Patienten.

Es gibt immer mehr Beweise die untermauern, dass es eine starke Verbindung zwischen der Herausforderung des Training und der Patientenmotivation mit dem Behandlungsprogramm fortzuführen gibt. Viele Studien haben den essentiellen Einfluss

der Herausforderung auf die Ergebnisse der Rehabilitationsbehandlung herausgestellt. (Neoreaul et al., 2004; Ghez C et al., 1995). Das HandTutor™ Programm stellt herausfordernde Aufgaben welche auch die Studiengruppe motiviert haben damit fortzufahren und dadurch das Ziel der häufigen und intensive Wiederholung der Übungen erreicht wird.

Trotz der Wichtigkeit intensiver und häufig wiederholter Übungen gibt es finanzielle Grenzen für die Anzahl der PT/ OT bei der stationären und ambulanten Behandlungssitzung für die Patienten. Zum Beispiel beträgt die Zeit von der Zusage eines Krankenhauses zur Überweisung eines Patienten in das Rehabilitationszentrum in Israel normalerweise 42 Tage. (Rijken and Dekker, 1998). Die Nutzung des HandTutor™ erlaubte es zusätzliches motivierendes intensives und häufig wiederholtes Training für stationäre, ambulante und häuslich Patienten zu ermöglichen.

Wiederholte funktionale Aufgaben alleine ohne eine angemessene Rückmeldung kann dazu führen, dass der Patient ausgleichende Musterbewegungen lernt. Eine ausgleichende Musterbewegungen kann gelernt werden, wenn das einzig messbare Ziel das Erreichen einer solchen Funktion ist. Eine Kombination der HandTutor™ Übungen mit wiederholten funktionalen Aufgaben ermutigte das Erlernen der Bewegungen mit minimalen ausgleichenden Bewegungsmustern.

## **Fazit**

Die begrenzten Ergebnisse schlagen vor, dass der HandTutor™ die Greiffunktion verbessern kann bei der Kombination mit traditionellen Handübungen in einer unteren akuten Kategorie nach einem Schlaganfall. Das Ergebnis schlägt weiterhin vor, dass das HandTutor™ Training weiter untersucht werden sollte als Zusatz zu funktionellen Übungen mit Patienten mit einer handmotorischen Dysfunktion welche in der unteren akuten Kategorie nach einem Schlaganfall sind.

Um unsere Hypothese zu stützen, dass die funktionalen Verbesserungen welche in dieser Studie gemessen wurden übertragbar sind auf zusätzliche alltägliche Ziele und Aufgaben,



sollten Nachfolgestudien zusätzliche Reichweitentest, Greiftest und ADL Test beinhalten. Überdies sollte eine größere Patientenzahl und eine ausgeweitete Nachfolgeuntersuchung in Betracht gezogen werden. Weitere Studien werden auch benötigt um die Effizienz der HandTutor™ Behandlung in der chronischen Phase der Schlaganfall- Hand-Rehabilitation zu untersuchen.

In dieser Pilotstudie dokumentierten wir die HandTutor™ Software Variablen der Ballgeschwindigkeit und Spurtiefe. Eine steigende Ballgeschwindigkeit ist ein Anzeichen für eine Verbesserung der Finger- oder Handgelenksgeschwindigkeit. Weitere Studien werden gebraucht um herauszufinden ob eine Beziehung zwischen ansteigender Geschwindigkeit der Fingerbewegungen und der Vereinfachung der Finger-oder Handgelenksbewegungen gibt.

Weitere Studien welche die Effizienz der HandTutor™ Behandlung bei Patienten mit neurologischen Indikation untersuchen wie Rückenmark, Kopfschmerzen, MS und orthopädische Verletzungen und Operationen werden auch noch gebraucht.

Abschließend kann man darüber nachdenken ob Studien gebraucht werden die die offene Frage untersuchen ob ein koordiniertes Training mit einem HandTutor™ an beiden Händen effektiver ist als seine Behandlung an nur einer beeinträchtigen Hand.

## **Danksagung**

Diese Pilotstudie hat Spendenunterstützung von MediTouch Ltd erhalten, wodurch sich kein Interessenskonflikt in Bezug auf Anteile oder Besitz der Geräte ergab.

## **Quellen**

Bard G, Hirschberg GG. Recovery of voluntary motion in upper extremity following hemiplegia. Arch Phys Med Rehabil. 1965;46:567–572.

Cao Y, Vikingstad EM, Huttenlocher PR, Towle VL, Levin DN. Functional magnetic resonance studies of the reorganization of the human hand sensorimotor area after unilateral brain injury in the peri-natal period. *Proc Natl Acad Sci USA* 1994; 91: 9612–9616.

Caramia MD, Iani C, Bernardi G. Cerebral plasticity after stroke as revealed by ipsilateral responses to magnetic stimulation. *Neuroreport* 1996; 7: 1756–1760.

Chollet F, DiPiero V, Wise RJ, Brooks DJ, Dolan RJ, Frackowiak RS. The functional anatomy of motor recovery after stroke in humans: a study with positron emission tomography. *Ann Neurol* 1991; 29: 63–71.

Cramer SC, Nelles G, Benson RR, Kaplan JD, Parker RA, Kwong KK, et al. A functional MRI study of patients recovered from hemiparetic stroke. *Stroke* 1997; 28: 2518–2527.

Desrosiers, et al. Validation of the Box and Block Test. *Arch Phys Med Rehabil* 1994; 75:751-755.

De Weerdt WJG, Harrison MA. Measuring recovery of arm-hand function in stroke patients: a comparison of the Brunnström-Fugl-Meyer test and the Action Research test. *Physiother Can.* 1985;37:65–70.

Fugl-Meyer AR. Post-stroke hemiplegia assessment of physical properties. *Scand J Rehabil Med.* 1980;7:85–93.

Fugl-Meyer AR, L, Leyman I, Olsson S, Steglind S. The post-stroke hemiplegic patient, I: a method for evaluation of physical performance. *Scand J Rehabil Med.* 1975;7:13–31.

Folstein MF, Folstein SE, McHugh PR. "Mini-mental state". A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *J Psychiatr Res.* 1975;12(3):189-198.

Ghez C, Gordon J, Ghilardi M, Sainburg R. Contributions of vision and proprioception to accuracy in limb movements. In: Gazzaniga MS, ed. *The Cognitive Neurosciences*. Boston, Mass: Massachusetts Institute of Technology; 1995:549–564.

Jenkins W, Merzenich M. Reorganization of Neurophysiologic Model of Bases of Recovery From Stroke ,in *Progress in Brain, Seil, Herbert, and Carlson, (Eds),1987, Elsvier.*

Honda M, Nagamine T, Fukuyama H, Yonekura Y, Kimura J, Shibasaki H. Movement-related cortical potentials and regional cerebral blood flow change in patients with stroke after motor recovery. *J Neurol Sci* 1997; 146: 117–126.

Indredavik B, Slordahl SA, Bakke F, Rokseth R, Haheim LL. Stroke unit treatment. Long-term effects. *Stroke* 1997; 28: 1861–1866.

Langhorne P, Wagenaar RC, Parttidge C. Physiotherapy After Stroke :More is Brain ? *Physiother Res Inter*, 1996; 1:75-88.

Marshall RS, Perera GM, Lazar RM, Krakauer JW, Constantine RC, DeLaPaz RL. Evolution of cortical activation during recovery from corticospinal tract infarction. *Stroke* 2000; 31: 656–661

Mathiowetz M, et al., Adult norms for the box and block test of manual dexterity. *Am J Occup Ther* 1985; 39(6):386-391.

Netz J, Lammers T, Homberg V. Reorganization of motor output in the non-affected hemisphere after stroke. *Brain* 1997; 120: 1579–1586.

Noreau L, Desrosiers J, Robichaud L, Fougere P, Rochette A, Viscoglioni C. Measuring social participation: reliability of the LIFE-H in older adults with disabilities. *Disabil Rehabil.* 2004;26(6):346-352

Nudo RJ, Wise BM, SiFuentes F, Milliken GW. Neural substrates for the effects of rehabilitative training on motor recovery after ischemic infarct. *Science* 1996; 272: 1791–1794.

Olsen TS. Arm and leg paresis as outcome predictors in stroke rehabilitation. *Stroke.* 1990;21:247–251

Pineiro R, Pendlebury S, Johansen-Berg H, Matthews PM. Functional MRI detects posterior shifts in primary sensorimotor cortex activation after stroke: evidence of local adaptive reorganization? *Stroke* 2001; 32: 1134–1139.

Parker VM, Wade DT, Hower RL. Loss of arm function after stroke: measurement, frequency, and recovery. *Int Rehabil Med.* 1986;8:69–73.

Rijken P, Dekker J. Clinical Experience of Rehabilitation Therapies with Chronic Disease: A Quantitative Approach. *Clinical Rehabilitation*,1998; 12(2):143-150.

Rossini PM, Dal Forno G. Integrated technology for evaluation of brain function and neural plasticity. *Phys Med Rehabil Clin N Am.* 2004;15(1):263-306

Sanford J, Moreland J, Swanson LR, Stratford PW, Gowland C. Reliability of the Fugl-Meyer assessment for testing motor performance in patients following stroke. *Phys Ther.* 1993;73:447–454.

Traversa R, Cicinelli P, Bassi A, Rossini PM, Bernardi G. Mapping of motor cortical reorganization after stroke. A brain stimulation study with focal magnetic pulses. *Stroke* 1997; 28: 110–117.

Taub E, et al., Technique to improve Chronic Motor Deficit After Stroke. Arch Phys Med Rehabil 1993; 74:347-354.

Taub E, Miller NE, Novack TA, Cook EW, Fleming WC, Nepomuceno CS, Connell JS, Crago JE. Technique to improve chronic motor deficit after stroke. Arch Phys Med Rehabil. 1993;74:347–354.

Weiller C, Chollet F, Friston KJ, Wise RJ, Frackowiak RS. Functional reorganization of the brain in recovery from striatocapsular infarction in man. Ann Neurol 1992; 31: 463–472.

Wade DT, Langton-Hewer R, Wood VA, Skilbeck CE, Ismail HM. The hemiplegic arm after stroke: measurement and recovery. J Neurol Neurosurg Psychiatry. 1983;46:521–524

Wolf SL, LeCraw DE, Barton LA, Jann BB. Forced use of hemiplegic upper extremities to reverse the effect of learned nonuse among chronic stroke and head-injured patients. Exp Neurol. 1989;104:125–132.

Wolf SL, LeCraw DE, Barton LA. Comparison of motor copy and targeted biofeedback training techniques for restitution of upper extremity function among patients with neurologic disorders. Phys Ther. 1989;69:719–735.