

---

## PANat: Theoretischer Rahmenbedingungen und klinisches Management.

G. Cox Steck, dipl. Physiotherapist FH, akkreditierte PANat-Lehrtherapeutin  
Manuskript geprüft und genehmigt von der PANat-Lehrtherapeutengruppe März 2009,  
überarbeitet Januar 2016

---



Schlüsselwörter: PRO-Aktiv(e), Hemiplegie, repetitiv, Johnstone Luftpolsterschienen selbstkontrolliertes Training, niedrige motorische Erholung, externer Aufmerksamkeitsfokus

## Zusammenfassung

Diese Informationsschrift gibt einen Überblick über den theoretischen Hintergrund und das klinische Management von PANat.

**PANat** bedeutet "PRO-Aktiver Behandlungsansatz für die Neurorehabilitation mit Integration der Urias® Johnstone air splints und anderer therapeutischer Hilfsgeräte". PANat ist eine Weiterentwicklung des Johnstone Konzepts. (Margaret Johnstone, FCSP 1919-2006)<sup>[1]</sup>

Margaret Johnstone FCSP<sup>[2-3]</sup> entwickelte in den 1970er Jahren die Grundlagen zum klinischen Einsatz der Luftpolsterschienen für das aktive Training der paretischen Extremität von schwerbetroffenen Patienten nach Schlaganfall. Das Konzept wurde mit dem Einbezug neuester Erkenntnisse der Bewegungswissenschaften und evidenzbasierten Leitlinien in Theorie und Praxis grundlegend überarbeitet. Um spezifische Bewegungsprobleme zu überwinden, werden einfache therapeutische Übungsgeräte, welche von den PANat-Lehrtherapeuten und Hirnschlagpatienten entwickelt wurden, im Training integriert.

## Einführung

Bewegung ist für jedes Individuum notwendig, um am Leben in der Familie, in der Gesellschaft und an der Arbeit mit Freude teilhaben zu können.

Viele Hirnschlagpatienten mit geringer sensomotorischer Erholung setzen die weniger betroffene Seite ein, um die täglichen Verrichtungen zu bewältigen. Dies verstärkt den Nichtgebrauch des paretischen Armes während funktionellen Aktivitäten. Als Folgen bilden sich ein sogenannter 'erlernter Nichtgebrauch', Muskelsteifigkeiten, Kontrakturen und Schmerzen aus.

Studien belegen, dass zusätzliches repetitives Training und frühzeitige Stimulation der betroffenen oberen Extremität mit den Luftpolsterschienen einen langanhaltenden, positiven Effekt auf die motorische Erholung haben können<sup>[4-5]</sup>. In diesen Studien wurden Probanden mit deutlicher Muskelschwäche oder schwerer Armparese mit Hilfe der Luftpolsterschienen behandelt.

Der Einsatz der Urias® Johnstone Luftpolsterschienen (LPS) und weiteren therapeutischen Hilfsgeräten (wie zum Beispiel der therapeutische Schaukelstuhl oder das PANat-Laptool<sup>1)</sup><sup>[6-8]</sup> erlaubt spezifisches und intensives Training mit dem betroffenen Arm. Die speziell adaptierte Umgebung erleichtert den schwerbetroffenen Hirnschlagpatienten die Durchführung von selektiven, selbstkontrollierten Lernsequenzen. Schritt für Schritt werden die Teilbewegungen einer Aktivität erarbeitet. Im Laufe der Trainingszeit werden die erlernten Teilbewegungen zu einem komplexen Bewegungsablauf zusammengesetzt. Dieser Bewegungsablauf kann mit der Zeit zu einer verbesserten Umsetzung des gemeinsam festgelegten Handlungsziels beitragen.

---

<sup>1</sup> [www.panat-laptool.ch](http://www.panat-laptool.ch)

Der PRO-Aktive Behandlungsansatz richtet sich vor allem an Patienten, die einen Hirnschlag erlitten haben und schwere sensomotorische Ausfälle aufweisen. Die PANat-Maßnahmen verfolgen in allen Phasen der Rehabilitation das Prinzip der repetitiven, intensiven und selektiven Stimulation der hemiplegischen Extremität. PANat ist ein möglicher Weg, die Vorgänge der Neuroplastizität günstig zu beeinflussen und das motorische Training zielgerichtet und effizient anzugehen. Der Schwerpunkt der Interventionen liegt auf der Befähigung des Patienten, seine paretische Körperseite selbsttätig zu trainieren und zwar sowohl während den therapeutischen Sitzungen als auch in der therapiefreien Zeit während dem Klinikaufenthalt oder nach der Entlassung in der häuslichen Umgebung.

## Theoretischer Rahmenbedingungen des PANat

Der theoretische Hintergrund des PANat basiert auf der aktuellen Systemtheorie der motorischen Kontrolle und des motorischen Lernens<sup>[9 -16]</sup>. Die basiert auf der Annahme, dass Bewegungsmuster das Resultat der Interaktion verschiedener Prozesse sind. Sie werden durch intrinsische Faktoren (perzeptuelle, kognitive und motorische Prozesse innerhalb des Individuums) und extrinsische Faktoren (Interaktionen zwischen dem Individuum, der Aufgabe und der Umgebung) beeinflusst.

Nebst den Prinzipien des motorischen Lernens und der kognitiven Lernforschung werden das gegenwärtige Verständnis über die Auswirkungen der Schädigung und deren sekundären Adaptationen, die Kenntnisse über die Biomechanik der funktionellen Aktivitäten sowie die klinische Förderung der neuronalen Plastizität werden in die Behandlungsplanung miteinbezogen<sup>[13]</sup>.

Luftpolsterschienen und weitere therapeutische Hilfsgeräte spielen während den Übungseinheiten eine wichtige Rolle. Durch Einsatz des externen Aufmerksamkeitsfokus<sup>[32]</sup> werden die Übungen in die Lernumgebung integriert und die Aufgaben individuell angepasst. Dies erlaubt selbsttätiges Training mit der hemiplegischen Körperseite. Dieser Problemlösungsprozess fördert die Planung, Initiierung und Ausführung der Bewegungssequenz mit Feedback in ´hands-off´ Situationen. Das selbstkontrollierte Eigentaining wird folglich in der beaufsichtigten Therapiesitzung, in der unbeaufsichtigten Trainingseinheit und zu Hause durchgeführt.

## Klinische Umsetzung

Die klinische Umsetzung des PANat basiert auf der Evaluation der sensomotorischen Defizite der Hirnschlagpatienten:<sup>[16]</sup>

1. **Ebene der funktionellen Aufgabe:** Welches Ziel bzw. welche Aktivität wurde mit dem Patienten zusammen vereinbart?
2. **Strategie:** Wie ist die Bewegungsstrategie: normal/effizient oder kompensatorisch (Ebene der Aktivität)?
3. **Beeinträchtigung:** Welche Ressourcen und Einschränkungen liegen dem Bewegungsmuster zugrunde (Ebene der sensorischen, motorischen oder kognitiven Beeinträchtigung)?

Die Aufgabe wird bezüglich ihrer Leistung und Ausführung analysiert. Aufgrund dieser Erkenntnisse wird das Trainingsprogramm, das die Prinzipien des motorischen Lernens beinhaltet, zusammengestellt<sup>[17]</sup>.

Die theoretischen Erkenntnisse der Neuroplastizität sind richtungsweisend für den Rehabilitationsprozess<sup>[18]</sup>. Motivation und Trainingsbereitschaft werden durch das Fokussieren auf patientenspezifische, zielgerichtete Aktivitäten gefördert. Repetitive, intensive und spezifische Trainingsstrategien für die paretische Seite werden begünstigt. Das Training von Muskelkraft und Geschwindigkeit kann sowohl in einer komplexen Handlung als auch in deren Teilaktivitäten stattfinden. Die neuerworbene motorische Fähigkeit wird unmittelbar mit dem gewünschten Ziel des Patienten in Verbindung gebracht.

## Integration des PANat in den Rehabilitationsprozess

Der Einbezug der PANat Prinzipien in den Rehabilitationsprozess bedeutet, patientenzentrierter Ziele zu berücksichtigen und aufgabenorientierte Strategien einzusetzen. Damit sollen kompensatorische Bewegungen, die während einer funktionellen Aufgabe auftreten, minimiert werden. Dies wird durch das Aufrechterhalten der Muskellängen und der Beweglichkeit der Weichteilstrukturen, die Stärkung schwacher Muskelgruppen, die Stimulation von Muskelaktivitäten in einem funktionellen Kontext und durch zusätzliche sensorische Stimulation erreicht<sup>[19]</sup>.

Ziel des Trainings ist es, den funktionellen Einsatz der paretischen Körperseite qualitativ und quantitativ durch uni-, bilaterale und bimanuelle Aktivitäten zu verbessern. Gleichzeitig werden Kompensationsbewegungen mit ihren nachteiligen Auswirkungen unterbunden. Die Wahl der Aktivität innerhalb der Trainingseinheit erfolgt aufgrund der Beeinträchtigung, welche den Patienten daran hindert, die Aufgabe auszuführen oder zu vollenden.

Die Übungen werden mit einer zunehmenden Anzahl von Repetitionen in einer gut strukturierten Umgebung und meist in geschlossener Kette durchgeführt. Übungsvariationen werden erreicht durch Änderung der Komplexität der Aufgabe, der Geschwindigkeit, der Unterstützungsfläche, der Hebelwirkung oder durch das Miteinbeziehen von kognitiven Aufgaben.

Die gezielte Auswahl der Luftpolsterschienen und der Einsatz weiterer therapeutischer Hilfsgeräte haben zum Ziel, die Komplexität der mehrgelenkigen Bewegungen zu reduzieren, indem der Freiheitsgrad der Bewegung einer spezifischen Aktivität eingeschränkt wird<sup>[20]</sup>. Der Einsatz dieser Geräte ermöglicht ein selektives, intensives Üben der motorischen Kontrolle in einer für den Patienten bedeutungsvollen Aufgabe während der Einzeltherapie oder in der Gruppenbehandlung. Zwischen dem ´hands-on´ Üben mit Hilfe der Therapeutin und der ´hands-off´ Praxis während des Eigentrainings sollte ein Gleichgewicht bestehen, damit der Patient eigene Lösungsstrategien entwickeln kann.

Ziel und Zielerreichung des Patienten müssen regelmäßig überprüft und die therapeutischen Interventionen angepasst werden, damit das Rehabilitationspotenzial bestmöglichst ausgeschöpft werden kann.

Luftpolsterschienen und andere therapeutische Hilfsgeräte können in allen Phasen der Rehabilitation - vom akuten Zustand bis hin zur Langzeitbehandlung - eingesetzt werden. Der Schwerpunkt des Trainingsprogramms liegt auf der Prävention und der

Behandlung von adaptiven Veränderungen sowie der Mobilisation und Rekrutierung von Muskelaktivität.

Sensomotorische Defizite reagieren langsam auf Änderungen. Aber die Aufgabe und das Setting kann in der Lernumgebung so strukturiert werden, dass gezielt diejenigen Muskelgruppen stimuliert werden, welche die geplante Aktivität ausführen.

## Schlussfolgerung

Wirksames und effizientes Training für neurologische Patienten mit schwer beeinträchtigter sensomotorischer Kontrolle ist in allen Phasen der Rehabilitation herausfordernd. Es ist eines der PANat-Rehabilitationsziele, beim Patienten ein effektives motorisches Verhalten zu erreichen. Deswegen ist es von grosser Wichtigkeit, dass während dem gesamten Rehabilitationsprozess die Betonung sowohl auf intensives Training als auch auf das praktische Üben mit der paretischen Körperseite gelegt wird.

Der PRO-Aktive Behandlungsansatz wird allen Phasen des Rehabilitationsprozesses angewendet. PANat integriert die aktuelle Systemtheorie des motorischen Lernens und ist in Bezug auf das sensomotorische Training evidenzbasiert<sup>[4-5, 19, 28]</sup>. PANat fördert den frühzeitigen Einbezug von Angehörigen und ermöglicht autonomes und selbsttätiges Üben.

Das Lernen der motorischen Fertigkeiten nach einem cerebrovaskulären Insult ist ein lebenslanger Prozess. Dabei werden nach der PANat Behandlungsidee kompensatorische Ausweichbewegungen während einer funktionellen Aktivität eingeschränkt. Auf Impairment-Ebene wird dies erreicht, indem schwache Muskeln gekräftigt werden, die Muskelbeweglichkeit und Muskeldehnbarkeit erhalten bleiben, die Muskelaktivität in einem funktionellen Kontext angeregt und die somatosensible Stimulation intensiviert werden. Auf der Verhaltensebene geschieht dies durch intensives und repetitives Üben mit externen Aufmerksamkeitshinweisen und Feedback während dem ´hands on/off´ Training. Diese Art von Training eignet sich besonders für Patienten mit schweren somatosensiblen, motorischen, kognitiven und perzeptiven Defiziten.

Darüber hinaus hilft der wohlüberlegte Einsatz der Luftpolsterschienen und der therapeutischen Hilfsgeräte die Komplexität der mehrgelenkigen Bewegungen zu reduzieren und ermöglicht selbstkontrollierte motorische Kontrolle während einer bedeutsamen Aktivität. Die Trainingszeit, in der mit dem paretischen Arm selbsttätig geübt wird, kann in den jeweiligen Rehabilitationsphasen gesteigert werden.

Hirnschlagpatienten und ihre Betreuungspersonen werden in diesem Behandlungsansatz ermutigt und angeleitet, ihren eigenen Rehabilitationsprozess proaktiv in die Hand zu nehmen. Probleme und Einschränkungen, die durch den Hirnschlag entstanden sind, werden gemeinsam angegangen und das Behandlungsprogramm wird miteinander gestaltet und immer wieder überarbeitet.

### *Hinweise für praktische Beispiele:*

- *Im PANat User Guide*
- *Auf dem Poster, präsentiert in Leuven, Belgien — Förderung der ‚force to use it‘-Strategie der hemiplegischen Extremität eines schwer betroffenen Hirnschlagpatienten : eine Fallstudie. Cox Steck G., Signer S., 2006*
- *Im Artikel der Zeitschrift NOT; Selbsttätiges, repetitives Armmotoriktraining bei ausgeprägter Hemiparese mit den Johnstone-Luftpolsterschienen nach PANat, Wälder F., 2008*

## PRO-Active - Was beinhaltet dieses Wort?

PRO-Aktiver Behandlungsansatz in der Neurorehabilitation mit Integration der air splints\* und anderer therapeutischer Hilfsgeräte (PANat)

\*Urias® Johnstone air splints

**PRO-Aktiv(e):** Mit Hilfe der acht Buchstaben kann das klinische Management von PANat zusammengefasst werden.

**PRO:** bezieht sich auf den Entscheidungsprozess und das Clinical Reasoning, die den Einsatz der Luftpolster-schienen und der anderen therapeutischen Hilfsgeräte begründen (wer, was und weshalb)

**Active:** bezieht sich auf das Trainingsprogramm, das sich an den Prinzipien der aktuellen Theorien des motorischen Lernens orientiert (wie)

### **P: Pathology (= Pathologie)**

Der PANat-Behandlungsansatz wurde hauptsächlich für Hirnschlagpatienten konzipiert. Er wird jedoch auch bei anderen neurologischen Problemen angewandt, wie zum Beispiel bei Multipler Sklerose oder bei traumatisch erworbener Hirnverletzung. Ziel und Schwerpunkt der Behandlung sind von der Diagnose abhängig.

### **R: Reframe (= eingrenzen)**

Die internationale Klassifikation der Funktionsfähigkeit, Behinderung und Gesundheit (ICF)<sup>[21]</sup> kommt zur Anwendung und dient als Grundlage zur Strukturierung der Probleme bezüglich Pathologie und Diagnose. Aktivitäten, Partizipation und Lebensqualität (die unterstützenden Faktoren) als auch zugrunde liegende Schädigungen (behindernde Faktoren) werden berücksichtigt.

Das Syndrom des Oberen Motorischen Neurons (Upper Motor Neuron Syndrome = UMNS) weist auf den Zusammenhang zwischen den primären motorischen Einschränkungen und den sekundären motorischen Einschränkungen hin und zeigt die Behinderung nach Hirnschlag auf.

### **O: Objectives (= Ziele)**

Die Zielvereinbarung wird als motivierende Technik eingesetzt damit der Patient versteht weshalb das Training notwendig ist<sup>[22-23]</sup>.

- Was ist das Ziel des Patienten?
- Welches sind die therapeutischen Schwerpunkte, um dieses Ziel zu erreichen?

### **A: Acquisition of skills (=Erwerb von Fertigkeiten)**

Die Richtlinien zur Erlangung von Fertigkeiten sind im Trainingsprogramm integriert<sup>[15]</sup>. Der Schwerpunkt liegt auf der initialen oder kognitiven Phase des Lernens. Das Lernen einer motorischen Aktivität mit einer schwer beeinträchtigten Extremität in einer angepassten Situation ist mit dem Erlernen einer neuen Aufgabe zu vergleichen.

### **c: carers (=Betreuungspersonen oder Angehörige)**

Ein wichtiger Bestandteil des PANat ist die Schulung der betreuenden Personen, der Familienangehörigen oder Freunde, damit diese den Genesungsprozess unterstützen können. Dadurch entwickeln sie Kenntnisse und spezifische Kompetenzen, die ihnen helfen, den Rehabilitationsprozess in der Langzeitphase zu unterstützen, ihre Ängste ab- und das Selbstvertrauen aufzubauen. Die Betreuer sollen auf die Entlassung und die soziale Integration des Betroffenen gut vorbereitet sein<sup>[24]</sup>.

### **t: training (=Üben, Trainingsprogramm)**

Es ist bewiesen, dass motorisches Training nach einer Schädigung des ZNS das Erlernen funktioneller Fertigkeiten verbessern kann<sup>[15]</sup>. Ziel des Trainings ist die maximale Erholung und das Vermeiden kompensatorischer Strategien. Die Integration von PANat

in den Rehabilitationsprozess ermöglicht frühzeitiges spezifisches Training, bei dem die entsprechenden Muskelgruppen in einem ziel- und aufgabenorientierten Kontext stimuliert werden können.

Evidenzbasierte Trainingsrichtlinien werden ins Programm miteinbezogen<sup>[13,16,31]</sup>.

### **i: intensity (=Intensität)**

PANat ermöglicht intensive, repetitive, fokussierte, selbsttätige Bewegungen des hemiparetischen Armes und Beines, unter Einbezug des Rumpfes, bei Patienten mit schwer eingeschränkter motorischer Kontrolle. Die Luftpolsterschienen und die therapeutischen Hilfsgeräte können von allen Teammitgliedern und Betreuungspersonen appliziert werden. Dies ermöglicht ein fortlaufendes Training selbst an Wochenenden in der Klinik und in der häuslichen Umgebung oder während der Gruppentherapie. Somit können Freizeit und Ressourcen des Patienten optimal genutzt werden<sup>[25-26]</sup>.

### **v: variation (=Variation in der Repetition)**

Die Johnstone Luftpolsterschienen und die therapeutischen Hilfsgeräte sind Teil der Lernumgebung. Sie sichern die Qualität der Bewegung während einer zielgerichteten, bedeutungsvollen Aktivität<sup>[6-8]</sup>. Aufgaben oder Teilaufgaben einer Aktivität können auf vielfältigste Weise modifiziert und repetitiv geübt werden. Der externe Aufmerksamkeitsfokus wird als eine Form von Anweisung und Feedback benutzt.

### **e: evidence (=Evidenz)**

Wie wirkungsvoll war die Intervention für den Patienten? Die Fortschritte sollten kontinuierlich überprüft werden. Die Wahl des Assessments hängt davon ab, was genau evaluiert werden soll.

- Quantitative Methoden messen numerische Werte (wie viel).
- Qualitative Methoden beurteilen Fähigkeiten der Handlungsplanung und adaptive Verhaltensänderungen<sup>[27]</sup>.
- Individuelle objektive Messungen zeigen die Veränderungen der Ausführung einer spezifischen Handlung/Aktivität über die Zeit auf.

### Johnstone Luftpolsterschienen

The Urias<sup>®</sup> Johnstone Luftpolsterschienen wurden speziell für das Training von Hirnschlagpatienten designt und 1966 entwickelt. Die Wahl der Luftpolsterschiene oder des therapeutischen Hilfsgerätes hängt vom Grad der motorischen Erholung ab und von der Fähigkeit des Patienten, spezifische Aufgaben oder Aktivitäten ausführen zu können. Wer nach den PANat-Prinzipien arbeitet, sollte ausschliesslich die Urias<sup>®</sup> Johnstone Luftpolsterschienen verwenden. Und zwar aus folgenden Gründen:

- Margaret Johnstone und andere PANat-Lehrtherapeuten designten eine Vielzahl von Luftpolsterschienen für die verschiedenen Trainingsprogramme.
- Das Material der Johnstone Luftpolsterschienen ist aus flexiblem PVC (gemäss dem europäischen Standard), doppelagig und transparent. Die Luftpolsterschienen wurden so designt, dass sie per Mund bis 40 mm Hg maximaler Druck aufgeblasen werden können. Sie werden zum Training von Hirnschlagpatienten mit schwer beeinträchtigter motorischer Kontrolle eingesetzt.

Für weitere Hinweise zur Anwendung der Luftpolsterschienen und zur Ansicht einiger praktischer Beispiele lesen Sie bitte die Gebrauchsanleitung<sup>[6]</sup>.

### Selbstkontrolliertes Training (‘hands-off’)

Selbstkontrolliertes Training in Kombination mit den Luftpolsterschienen ermöglicht autonomes Üben und zwar durch repetitive, intensive Trainingsstrategien der betroffenen Extremität in einer genau definierten Aktivität. Bei jeder Aktivität muss die Ausgangsstellung dem Grad der motorischen Erholung und den funktionellen Fähigkeiten entsprechen.

Therapeutische ‘hands-on’-Assistenz wird benötigt, bevor die Luftpolsterschiene angelegt wird, um den Patienten korrekt zu positionieren und Gelenke und Weichteilstrukturen zu mobilisieren. Anschließend wird die Lernumgebung so gestaltet, dass der Betreffende die Aufgabe selbsttätig und ‘hands-off’ ausführen kann. Umgebung und Übungssequenz sind derart adaptiert, dass autonomes, problemlösendes Planen, Initiieren und Ausführen der Bewegung sowie Beendigung der Aktivität und Ausführungskontrolle selbstständig möglich sind. Ziel des Trainings ist die qualitative und quantitative Förderung von funktionellen uni/bilateralen und bimanuellen Aktivitäten des paretischen Armes. Gleichzeitig müssen unerwünschte Kompensationsstrategien vermieden werden. Die Wahl der motorischen Aufgabe beruht auf der motorischen Einschränkung, die es dem Patienten verunmöglicht, eine Aktivität auszuführen oder zu beenden.

### Schwer beeinträchtigte motorische Kontrolle

Das PANat-Training eignet sich für Patienten ohne selektive Bewegungskontrolle bis hin zu deutlicher Muskelschwäche und minimaler Aktivität. Dieser Behandlungsansatz richtet sich an Patienten, welche unerwünschte sekundäre muskuloskelettale Veränderungen (Weichteilkontrakturen) und neuropsychologische Verhaltensauffälligkeiten aufweisen. Das Chedoke Mc Master Stroke Assessment<sup>[29]</sup> klassifiziert diese Hemiplegiker aufgrund ihrer Einschränkung im Stadium 1 — 4. Diese Patientengruppe, speziell diejenigen ohne selektive Bewegungen und mit kognitiven Einschränkungen haben Schwierigkeiten, an evidenzbasierten Behandlungsmethoden wie zum Beispiel CIMT (Constraint Induced Movement Therapy) teilzunehmen<sup>[30]</sup>.

### Freiheitsgrad der Bewegung: N.A. Bernstein<sup>[21]</sup>

Bernstein wies auf das motorische Problem der Bewegungskoordination und -regulation hin. Der Prozess der Bewegungskontrolle und -koordination wird bewältigt durch die



Reduktion des Freiheitsgrades von spezifischen Gelenken oder der Extremität, mit dem Ziel, unangemessene Bewegung zu verhindern.

### **Externaler Fokus**

Der externe Aufmerksamkeitsfokus ist der Fokus, welcher auf die Auswirkung der Bewegung in Bezug auf die Umgebung gerichtet ist.

PANat-Therapeuten strukturieren die Umgebung mit visuellen, auditiven und taktilen Signalen. Diese befähigen Hirn Schlagpatienten mit schwer eingeschränkter Bewegungskontrolle die Bewegungsqualität zu optimieren. Luftpolsterschienen und Therapieräte können in den Trainingseinheiten zusätzlich als externer Aufmerksamkeitsfokus eingesetzt werden.

### **Hinweis der Autorin**

Dieses Schriftstück wird regelmässig überarbeitet und notwendige Veränderungen werden auf grund der Fortentwicklung des zugrundeliegenden wissenschaftlichen Rahmens und des klinischen Expertenwissens vorgenommen. Der wissenschaftliche Rahmen umfasst Bewegungsanalyse, motorische Kontrolle und motorisches Lernen. Um die klinischen Ergebnisse der Therapie nach PANat bei der beschriebenen Klientengruppe zu untersuchen und zu evaluieren, wird empfohlen, klinische Studien durchzuführen.

1. Nachruf – Margaret Johnstone 2007, [www.PANat.info](http://www.PANat.info)
2. Johnstone M. Restoration of normal movement after Stroke, Churchill Livingstone, 1995.
3. Johnstone M. Home Care for the Stroke Patient, Churchill Livingstone, 1996.
4. Feys HM, De Weerd WJ, Selz BE, Cox Steck GA, Spichiger R, Vereeck LE, Putman KD, Van Hoydonck GA. Effect of a Therapeutic Intervention for the Hemiplegic Upper Limb in the Acute Phase after Stroke. A Single-Blind, Randomised, Controlled, Multicentre Trial. *Stroke*. 1998; 29: 785-792.
5. Feys H, De Weerd W, Verbeke G, Cox Steck G, Capain C, Kiekens C, Dejaeger E, Van Hoydonck G, Vermeersch G, Cras P. Early and repetitive stimulation of the arm can substantially improve the long-term outcome after stroke: A five-year follow-up study of a single-blind randomised trial. *Stroke*. 2004; 35: 924-929.
6. Cox Steck GA. User guide for information and instructions to familiarize application and handling of the Urias<sup>®</sup> Johnstone air splints used in PANat, Rehabilitation centre, Bürgerspital, Solothurn, Switzerland, 2009.
7. Wälder F. Selbsttätiges, repetitives Armmotoriktraining bei ausgeprägter Hemiparese mit den Johnstone-Luftpolsterschienen nach PANat. *Ergotherapie & Rehabilitation*. 2007; 8: 14-20.
8. Wälder F. Neurotherapeutische Rehabilitation mit den Johnstone Luftpolsterschienen nach PANat. In: Habermann C, Kolster F. *Ergotherapie im Arbeitsfeld Neurologie*. 2. Auflage. Stuttgart: Thieme; 2009: 747 – 783.
9. Schmidt RA. *Motor Control and Learning: A Behavioural Emphasis*, edition 2. Human Kinetics; Champaign, Illinois, 1998.
10. Krakauer JW. Motor learning: its relevance to stroke recovery and Neurorehabilitation, *Current Opinion in Neurology*: February 2006; Volume 19(1): 84-90.
11. Majsak MJ. Application of Motor Learning Principles to the Stroke Population. In: *Topics in Stroke Rehabilitation*. 1996; 3: 27–59.
12. Montgomery P, Connolly PB. *Clinical Applications for Motor Control*, Slack, 2003.
13. Carr JH, Shepherd RB. *Stroke Rehabilitation*. Elsevier Limited; 2004.
14. Umphred DA. Introduction and Overview: Multiple Conceptual Models: Framework for Clinical Problem Solving. In: *Neurological Rehabilitation*, 3rd. Edition. Mosby; 1995.
15. Gentile AM. Skill Acquisition: Action, Movement, and Neuromotor Processes. In: Carr J, Shepherd R. *Movement Science, Foundations for Physical Therapy in Rehabilitation*, 2nd ed. 2000.
16. Shumway-Cook A, Woollacott MH. *Motor Control Translating Research into Clinical Practice*, 3rd. Edition. Baltimore: Lippincott Williams and Wilkins; 2007.
17. Cox Steck GA. A clinical decision making- goal directed training program. Rehabilitation centre, Bürgerspital, Solothurn, Switzerland. Unpublished working document 2009.
18. Byl NN. Neuroplasticity : Applications to Motor Control. In: Montgomery PC, Connolly BH. *Clinical Applications for Motor Control*. SLACK incorporated; 2003: 79-106.
19. Chambier DC, De Corte E. Treating sensory impairments in the post-stroke upper limb with intermittent pneumatic compression. Results of a preliminary trial. *Clinical Rehabilitation*. 2003; 17: 14-20
20. Bernstein NA. *The Coordination and Regulation of Movements*. New York: Pergamon; 1967:127-134
21. <http://www.who.int/classifications/icf/site/icftemplate.cfm>
22. Hammond JS, Keeney RL, Raiffa H. *Smart choices: a practical guide to making better life decisions*. New York: Broadway books, 1998.
23. Signer- Thöne S. Goal setting process and management in Rehabilitation Centre, Bürgerspital, Solothurn, Switzerland. Unpublished working document 2010.
24. Thorsen AM et al. A randomized controlled trial of early supported discharge and continued rehabilitation at home after stroke. *Stroke*. 2005;36:297-302
25. DeWeerd W, Selz B et al. Time use of stroke patients in an intensive rehabilitation unit: a comparison between a Belgian and a Swiss setting. *Disability and Rehabilitation*. 2000; vol 22 no.4: 181-186.
26. Ada L, Mackey F, Heard R, Adams R. Stroke rehabilitation: does the therapy area provide a physical challenge? *Aust. J Physiotherapy*. 1999; 45: 33-38.
27. Kierasuk T, Smith A, Cardillo J. *Goal Attainment Scaling, Applications, theory and measurement*, 1994.
28. Ottawa Panel. Evidence- Based Clinical Practice Guidelines for Post-Stroke Rehabilitation. *Topics in Stroke Rehabilitation*. Spring 2006; vol 13/ Number 2.
29. Gowland C. et al. Chedoke- McMaster Stroke Assessment, 1995.
30. Taub E, Uswatte G et al. Constraint –Induced Movement Therapy: A new family of techniques with broad application to physical rehabilitation - A clinical review. *J Rehabil Res Dev*. 1999.
31. [www.strokecenter.org/prof/guidelines.htm](http://www.strokecenter.org/prof/guidelines.htm), [www.Americanheart.org](http://www.Americanheart.org)
32. Wulf G. *Attention and motor skill learning*, Champaign, IL: Human Kinetics; 2007