

凍結肩に対する活動指向型 対 構造指向型治療
：ランダム化比較試験

Renata Horst¹, Tomasz Maicki^{2,3}, Rafal Trabka^{2,3},
Sindy Albrecht⁴, Katharina Schmidt⁵, Sylwia Metel⁶
And Harry von Piekartz⁷

要約

目的：凍結肩の患者に対する、構造指向型（従来型）と活動指向型理学療法的介入の短期的及び長期的効果を比較する。

デザイン：二重盲検、無作為抽出、実験的研究

セッティング：外来クリニック

対象：私たちは、肩領域に可動域制限と痛みがあり、理学療法処方が出ている、それにとともに眩暈や頭痛、頸椎や顎関節の可動域制限や痛みの既往のない患者を対象とした。

方法：研究群は活動遂行中に治療を受けた。対象群は徒手療法と固有受容性神経筋促進法（従来型の治療）によって治療された。両群とも 10 日間、一日 30 分の治療を受けた。

主な測定項目：可動域、筋機能検査、McGill 疼痛質問紙検査と修正版 UE-MAL の数値を基本とし、2 週間の介入後と、介入終了後 3 か月のフォローアップ後にも測定した。

結果：合計 66 人の患者を無作為に 2 群に分けた：活動指向型群（n=33、平均 44 歳、SD =16 歳）は男性 20（61%）、そして構造指向型群（n=33、平均 47 歳、SD=17 歳）は男性 21 人（64%）であった。10 日間の治療と 3 か月のフォローアップ期間後において、日常生活の遂行と、機能と構造レベルでの検査において、活動指向型群は従来型の治療群と比較して有意により優れた改善を示した（ $p<0.05$ ）。

まとめ：疼痛軽減と日常生活活動遂行能力に関して、従来型の治療方法よりも活動を遂行していく治療のほうがより効果が高いと思われる。

キーワード

Shoulder, pain, manual therapy, proprioceptive neuromuscular facilitation, neuro-orthopaedic activity-dependent plasticity, motor learning

Reviewed: 30 August 2015; accepted: 11 December 2016

¹Private Practice and Institute for Further Education for Medical Profession, Ingelheim, Germany

²Clinic of Rehabilitation, Jagiellonian University, Cracow, Poland

³Cracow Rehabilitation Center, Cracow, Poland

⁴Leuphana University, Luneburg, Germany

⁵Department of Sports Medicine, Goethe-University, Frankfurt am Main, Germany

⁶Department of Physical Medicine and Biomedical Renewal, University of Physical Education in Cracow, Cracow, Poland

⁷University of Applied Science, Hochschule Osnabrück Fakultät Wirtschafts-und Sozialwissenschaften, Osnabrueck, Germany

責任著者：

Renata Horst, Private Practice, Stiegelgasse 40, Ingelheim 55218, Germany

Email: info@renatahorst.de

導入

一般的に凍結肩の患者は強い痛みで苦しむ、しばしば社会文化生活の中で、活動と参加レベルにおける長引く制限を経験する。凍結肩の有病率はおおよそ人口の2%から5%とされている。女性の中高年により多く見られ、非利き手の肩のほうがやや障害されやすい。一般的に、凍結肩 (frozen shoulder) という用語は一次性の癒着性関節包炎にも二次的な凍結肩にも用いられる。¹

痛みを感じる事は、しばしば痛みや体を傷つけるのではないかという恐怖を伴い、活動を回避 (不使用) したり肩を '凍結' させてしまうことが起こる。根本的な臨床的仮説は痛みが学習された不使用を引き起こすということである。それは脳の変化を引き起こし、さらに末梢の構造が治癒した後でさえ、中枢が変化してしまったことによって脳が随意的な行為を組織できなくなってしまうことがある。^{2, 3}これが整形外科の患者に関する二つの疑問を生む：(1) 制限の原因としては末梢構造の変化だけなのか、それとも皮質表在中枢での変化も関係しているのか、次に (2) 長期的効果と記憶のためには、活動遂行中に構造レベルの介入を組み合わせたほうが、構造レベルの治療を強調した理学療法よりもより効果が高いのかという疑問である。

神経筋骨格系の障害に対する従来の治療法は主に身体構造が機能しているかどうかということに焦点を当てている。これは関節の遊び (joint play) を取り戻し、硬いか緊張している筋群が弛緩し、弱化した筋群を強化すれば、活動を遂行する能力は自動的に回復するという推測によるものである。^{4, 5}コクランレビューに掲載されている全 26 試験を含むメタ解析によると、肩痛治療における従来型理学療法の効果に関する第一選択は未だ確立されていないとある。⁶他動的モビライゼーションテクニックについては肩甲上腕関節に害を及ぼすのではないかとさえある。⁷今のところ、二つの異なる理学療法介入法の比較研究では結果について明らかな差を示せていない。短期間の可動域改善は生活の質の改善と相互関連はなかった。患者の主観的評価を含んだ研究は一つもなかった。結果から、特定

の介入法についての費用効率性に関する記載はなかった。⁸

多くの研究が、学習は経験に依存し経験が神経系を変化させるのは練習であろうと推測している。⁹⁻¹³どのように練習を構成するかが、長期記憶の基礎となる（記憶の）固定化の結果を左右する。^{14, 15}活動指向型の運動戦略は、感情や情感とともに、記憶と学習に必須である思い出、経験や意図のような意識的側面にも依存している。^{16, 17}

これらの事実を踏まえて、このランダム化試験では構造指向型と活動指向型の理学療法的介入の短期的および長期的効果を比較することを目的とする。

方法

この二重盲検、無作為化、実験的研究は **Regional Medical Ethics Board of Physicians in Krakow, Poland** によって承認された。私たちはポーランドのクラクフにある **Krakow Rehabilitation Center** で整形外科の専門家によって肩領域の可動域制限と痛みの診断を受け、理学療法の処方を受けた患者のみを対象とした。整形外科の専門家はこのような患者の治療経験が 20 年以上ある者であった。年齢、性別は問わなかった。

研究参加前に、候補者たちはこの研究に関する口頭及び紙面による情報を受け取り説明と同意を得た旨の署名を提出した。続いて、患者たちは適格性を判断するために彼らの経過と症状の問診票への記入を求められた。眩暈や現病歴に頭痛、頸椎及び顎関節の痛みや可動域制限の既往のある患者は除かれた。初回の介入に先立って、患者たちは封をされた封筒を引いて奇数か偶数かによって無作為に 2 グループに分けられた。偶数を引いた患者は活動指向型群へ、奇数を引いた者たちは構造指向型群へ振り分けられた。

盲検係のセラピストが、患者がどちらの介入を受けたのか知らされずにすべての検査を行った。評価はベースライン（初回介入前）、2 週間で 10 回の介入後と治療的介入のない 3 か月のフォローアップ後に行われた。両群の参加者は彼らが受ける治療や介入については何の情報も与えられなかった。

4 人のセラピストが研究に参加した。2 人のセラピストが彼らの患者を活動レベルで治療し、他の 2 人のセラピストが彼らの患者を構造レベルで治療した。全セラピストが、大学で修士号を修めたのち最低 4 年以上の臨床経験のある理学療法士であった。構造指向型群担当の 2 セラピストは、さらに卒後教育でマニュアルセラピストの認定を受け、固有受容性神経筋促通法のセラピストでもあった。活動指向型介入を行った 2 人のセラピストは後に表 2 で述べるような方法論の訓練を経験してきた者である。

McGill 疼痛質問紙検査と修正版 UE-MAL を用いて患者の主観的評価を行った（付録 1, 2 参照、オンラインで入手可）。^{18, 19} **Upper Extremity Motor Activity Log** は脳卒中後の患者の 30 種類の日常生活活動の遂行能力を評価するために開発された。これを凍結肩の患者が治療開始前には実行不可能な 5 つの日常生活活動に焦点を当てるために改変した（表 1）。

表 1. 評価対象となった活動の説明

-
- 活動 1 両手でTシャツを着てから脱ぐ。
活動 2 ネックレスを留めるように、両手を首の後ろに持っていく。
活動 3 エプロンを結ぶように、両手を背中へ持っていく。
活動 4 患側上肢で 1 リットルのボトルを 145 cmの高さの棚へ持ち上げる。
活動 5 9 リットルの水が入ったケースを両手で 145 cmの高さの棚へ持ち上げる。
-

角度計による測定はすべて 12-inch plastic BASELINE 角度計 (Model 12-1000) Fabrication Enterprises 社製(White Plains, New York)を用いた。²⁰肩の大筋群の筋力はすべて Daniels と Worthingham による筋力検査に従って評価した。この方法では、筋力は 0 の筋活動無しから、5 の徒手抵抗に対する最大反応まで数値化して、実行する動きの筋群の短縮域で評価する。²¹

被験者全員に 2 週間で 1 回 30 分の治療を全 10 回施行した。活動指向型群 (研究群) は、セラピストが求められる運動のために最大限可能な筋骨格系の状況を創り出そうと徒手的に誘導している間に、適切な目標を達成することに集中するよう指示を受けた。²²構造指向型群 (対照群) は従来型の理学療法：徒手療法と固有受容性神経筋促通法により構造レベルで治療された。^{4, 5}表 2 は両介入群への介入法の概観である。両群ともそれ以外に、有酸素運動、寒冷療法、レーザー治療とバンドによる抵抗運動からなる同じ内容の付加的治療を受けた。

カテゴリ変数は総数とパーセントで表した。量的変数は中央値と四分位数(Me[Q1;Q3])平均と標準偏差を用いて記述した。全研究結果に含まれる変化に関する帰無仮説は変化スコア(ChS)の比較に基づいて検査され、Mann-Whitney 検査を用いた。カテゴリ変数について、群間の統計的有意差の評価は Fisher 直接検査を用いた。危険率 0.05 以下を統計的に優位な結果の指標とした。多重比較は行っていない。全ての統計上の分析は R3.0.を用いた。²³

結果

研究は 2011 年から 2012 年にかけて行われた。全部で 66 人の患者が統計的に分析され 6 人が除外された (図 1)。活動指向型群 (n = 33、平均年齢 = 44 歳、SD = 16 歳) には男性患者 20 人 (61%) と女性患者 13 人 (39%) が含まれた。構造指向型群 (n = 33、平均年齢 = 47 歳、SD = 17 歳) は 21 人 (64%) の男性と 12 人 (36%) の女性患者で構成された。ベースラインで、両群は年齢、性別の分布とすべての研究結果において同等であった($p>0.05$)。

表 3 と 4 は 2 週間の介入後(After2)と 3 か月フォローアップ後(After3)の測定結果の変化を表している。全ての結果の半分以上で、活動指向型群が構造指向型群に比較して有意に

表 2. 活動指向型介入（研究群）と構造指向型治療（比較群）で適用された方法の比較

活動指向型治療	構造指向型治療
<p>1. ランダム練習：例えば、仰臥位から側臥位への寝返り、四つ這いからの正座やジャケットを着たりなど様々な活動を、ほんの数回繰り返して、肩の外旋筋群を様々な状況で訓練していく。</p>	<p>区分された練習：例えば、特定の PNF パターンを練習し肩の外旋筋群を訓練してできるようになってから次のパターンへ進む。</p>
<p>2. 内在的フィードバック：例えば、患者に痛みを避けるために自分の肩甲骨をコントロールできているかどうか尋ねる。</p>	<p>外在的フィードバック：例えば、痛みを避けるためにどのように肩甲骨の動きをコントロールするかを患者に告げる。</p>
<p>3. 外的焦点：例えば、櫛で髪をとかすように指示する。</p>	<p>内的焦点：例えば、患者に腕を挙げるように指示する。</p>
<p>4. 精神的、感情的関与：例えば、四つ這いから正座になる間に、広背筋の遠心性収縮に助けられ上腕骨頭は腹側に活動的に動かされる。</p>	<p>他動的モビライゼーションテクニック：例えば、外旋を拡大するためにセラピストが上腕骨頭を腹側へモビライゼーションする。</p>
<p>5. 活動遂行中の生体力学へ影響を及ぼす：例えば、頭から被るように T シャツを着る活動中に、鎖骨を背腹側に回旋させて肩鎖関節の除圧を行う。</p>	<p>運動開始の為の触覚入力：例えば、肩甲骨下制筋群への徐々に増加する抵抗に対してどこへ動くべきかを患者に教えるために肩甲骨を後方下制方向へ他動的に動かす。</p>
<p>6. ここの潜在能力とニーズに合わせてシェーピングを行う：例えば、必要であれば T シャツを着たり髪をとかす活動を行う時に立位で始める。</p>	<p>決められた手順の運動：例えば、臥位で始めてから徐々に高い肢位へ進む。</p>
<p>7. 意識下での近位のコントロールと共に遠位で組織された運動の訓練：例えば、患者が頭上のものをつかもうとしているとき、セラピストは上腕骨頭を関節窩に押し付けて圧を加えることによって、機械受容器を刺激し関節の安定化を行う。</p>	<p>遠位の前に近位を意識的に分けて訓練する：例えば、セラピストが上腕骨頭を牽引し患者に関節窩に向かって骨頭を能動的に引っ張るように指示したり、下角に抵抗を加え患者に下方へ押し返すように指示したりする。</p>

*PNF：固有受容性神経筋促通法

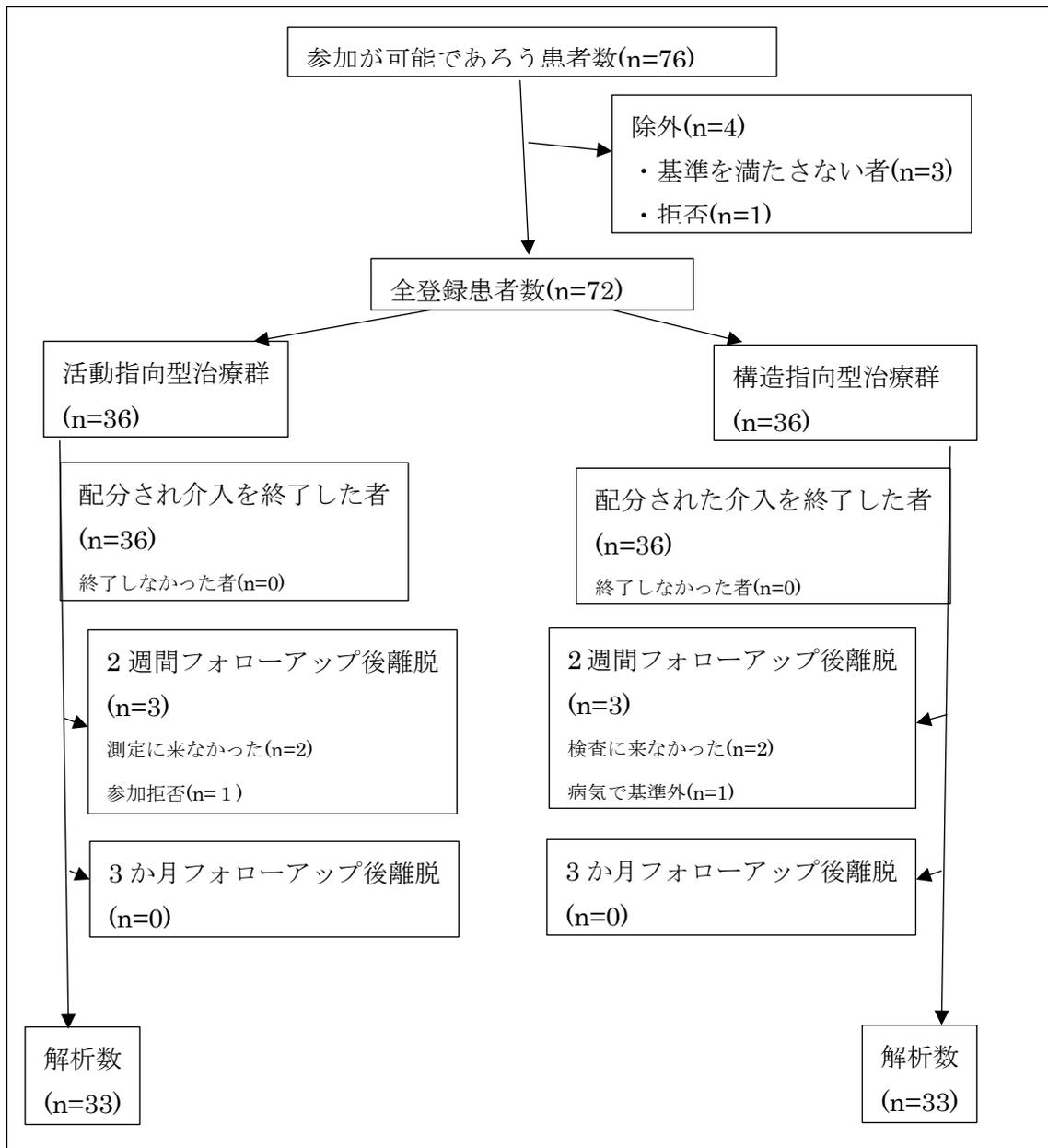


図1. 研究参加者フローチャート

より優れた結果を経験した。

今回用いた日常生活活動に関して、活動指向型群が構造指向型群に比較してより多くの割合で、2週間介入後の4番と5番の活動と、フォローアップ3か月後の1番、3番と5番の活動をできるようになった($p<0.05$) (表3)。痛みに関しては、基準値から3か月フォローアップ後に、活動指向型群で構造指向型群に比較して有意に軽減した($p<0.05$)。可動域に関しては、活動指向型群で内転と内外旋の変化について、基準値から2回目と3回目

の評価において、明らかな群間差が見つかった（表4）。筋力の変化については、屈筋群、内転筋群、外転筋群、内旋筋群と外旋筋群の基準値から介入終了後までと、3か月フォローアップ後で、構造指向型群に比較して活動指向型群で有意に高かった($p<0.05$)。

表3. 日常生活活動に関する治療結果の群間比較。(対象となる活動を遂行できた患者の数と割合)

	活動指向群 n=33	構造指向群 n=33	有意差
活動 1			
介入前	15(45%)	12(36%)	0.617
2 週後	29(88%)	22(67%)	0.076
3 月後	31(94%)	22(67%)	0.011
活動 2			
介入前	16(48%)	17(52%)	1.000
2 週後	30(91%)	27(82%)	0.475
3 月後	31(94%)	28(85%)	0.426
活動 3			
介入前	16(48%)	11(33%)	0.317
2 週後	28(85%)	21(64%)	0.090
3 月後	32(97%)	24(73%)	0.012
活動 4			
介入前	17(52%)	10(30%)	0.132
2 週後	29(88%)	21(64%)	0.042
3 月後	31(94%)	25(76%)	0.082
活動 5			
介入前	4(12%)	3(9%)	1.000
2 週後	17(52%)	6(18%)	0.010
3 月後	25(76%)	6(18%)	<0.001

活動指向型群（研究群）：患者は活動を行っている最中に治療を受ける；構造指向型群（比較群）：患者は徒手療法と固有受容性神経筋促通法で治療される。

治療結果—介入前：基準値；2 週後：介入 2 週間後；3 月後：フォローアップ測定（3 か月後）
太字： $p<0.05$ 。

考察

ここに提示した無作為抽出研究で、構造指向型と活動指向型理学療法介入の効果を比較した。今回の研究結果は、従来型の理学療法の方法論よりも日常的な活動を実行している最

表 4. 介入 2 週間後、治療 3 か月後と測定基準値を比較して、活動指向型群と構造指向型群の差を研究結果の変化から示す。

結果	活動指向型群 中央値 [Q1;Q3]	構造指向型群 中央値 [Q1;Q3]	有意差	95%CI: 中央値間差
痛み ChS				
After2	-10[-11;-6]	-7[-9;-6]	0.083	(-4;1)
After3	-15[-17;-10]	-10[-13;-6]	0.005	(-8;-1)
可動域				
屈曲 ChS				
After2	23[6;39]	15[12;24]	0.286	(-8;21)
After3	32[6;48]	18[12;29]	0.338	(-11;27)
伸展 ChS				
After2	30[10;40]	20[0;30]	0.113	(0;20)
After3	30[20;50]	20[0;30]	0.061	(0;40)
内旋 ChS				
After2	29[21;43]	14[8;22]	<0.001	(8;24)
After3	36[22;57]	15[7;36]	0.003	(4;31)
外旋 ChS				
After2	25[17;34]	17[8;25]	0.025	(0;16)
After3	34[25;59]	25[16;33]	0.017	(0;25)
外転 ChS				
After2	24[12;35]	18[12;30]	0.700	(-8;14)
After3	29[12;47]	26[15;38]	0.386	(-10;21)
内転 ChS				
After2	22[15;41]	15[11;20]	0.009	(0;17)
After3	26[15;52]	19[15;27]	0.024	(0;23)
筋力				
屈曲 ChS				
After2	30[10;70]	5[0;20]	0.001	(10;40)
After3	40[20;80]	10[0;40]	0.001	(10;70)
伸展 ChS				
After2	30[0;70]	20[10;50]	0.990	(-25;20)
After3	60[10;80]	20[10;70]	0.167	(-30;60)
内旋 ChS				
After2	20[10;70]	0[0;10]	<0.001	(10;35)
After3	40[10;80]	0[0;10]	<0.001	(15;70)
外旋 ChS				
After2	10[0;30]	5[0;10]	0.059	(0;15)
After3	20[10;70]	5[0;10]	0.001	(5;35)
外転 ChS				
After2	20[5;60]	0[0;10]	0.002	(5;30)
After3	20[5;80]	0[0;10]	<0.001	(10;80)
内転 ChS				
After2	20[5;70]	10[0;10]	0.010	(0;40)
After3	55[10;90]	10[10;40]	0.012	(0;70)

活動指向型群 (研究群) : 活動を実行中に治療を受ける ; 構造指向型群 (対照群) : 徒手療法と固有受容性神経筋促通法で治療を受ける ; ChS:変化スコア ; CI : 信頼区間。

治療結果—After2 : 介入 2 週間後 ; After3 : フォローアップ検査 (3 か月後)。

太字 : $p < 0.05$

中に身体構造レベルでの介入を行う方が、疼痛軽減と日常生活活動の遂行を可能にすることが短期的にも特に長期的により効果的であると示唆している。

これらの改善は10日間の理学療法中だけではなく、3か月の治療を行わないフォローアップ期間中にも測定したものである。このような結果から、構造指向型アプローチよりも活動指向型アプローチを追求する方が明らかに有益であろう。エビデンスが示すように経験により引き起こされる変化は、たとえ練習期間が短くても起こるのである。²⁴そのようなわけで、活動への準備としての他動的関節モビライゼーションと筋力強化は必要ないと思われる。上手くいく活動を経験すること自体で、長期的な構造上の変化とより痛みの軽減された知覚を獲得するかもしれない。可塑性は経験と毎回の治療がどのように構成されているかに依存するので、できる限り最良の筋骨格系の状況を確認しながら適切な目標を目指した活動を練習することで、患者がその活動をより痛みが少なく実行できるかもしれないし、皮質表在を回復できるかもしれない。⁹⁻¹³

損傷が起きた時、創傷治癒を始めるために体の損傷部位をじっと動かさずにいる(freeze)のはとても効果的な戦略である。そのために、交感神経系が生化学的一連の過程、例えば初期の緊張性筋繊維による防御性筋緊張や結合組織中の筋線維芽細胞の収縮を生じさせる。²⁵身体の損傷部位が不動を要求し続ける限り、これらの防御機構は意義のある課題を果たすことになる。しかし、もしこれらが必要以上に長く持続してしまうと、学習された不使用、皮質表在の喪失そして最後に固くなってしまい、それがさらなる痛みを生めば、再び交感神経系を活性化してしまう恐れがある。この悪循環を止めるには、患者がこれらの防御機構はもう必要ないのだと経験する必要があると考えるのが合理的であろう。

セラピストによる外的接触刺激の利用は整形外科的徒手療法でも神経生理学的治療概念でもどちらにとっても基礎的な方法である。しかしながら、運動を開始するためや活動のために構造を準備したりするために両手を道具として用いる刺激-反応型のアプローチを行う定型的な治療概念では、様々な活動をうまく行えるようにするために構造上の手助けをしながら行う練習ほど、長期学習に効率的でない可能性がある。^{9, 10, 16, 17}

神経学的リハビリテーションの分野では、過去数十年の間に非常に多くの研究が行われ、神経学的問題を持つ患者にとっては新しい臨床上の意義をもたらすことになった。脳の研究はさらに整形外科患者の病理の基礎となるメカニズムをより深く理解するためにも役立つようである。関節包内の可塑的变化には組織に対するそれ相応の外力が要求されるので、固さや低下した可動域がまず関節包の癒着によるものとばかりはいえないであろう。²⁶痛みは主観的で個人の経験に影響されると考えられていて、構造に何の問題もなくなった後でも、もしくはそもそも問題が存在しなくても持続することがあり、末梢の身体構造を治療するだけでは痛みの知覚軽減は起こらないであろう。²⁷日常生活活動の実行中にできる限り最良の筋骨格系の状況を確認することで、目標に関する経験をより少ない痛みで行えたということが、この研究結果を説明できるかもしれない。

まとめると、これらの観察結果からの臨床的意味と近年のエビデンスから、活動を練習することがそれらのより良いパフォーマンスに至るということです。疼痛軽減や可動域の改善もそこを単独に治療するよりも、活動実行中に構造へ働きかける方が効果的であると言える。今回の明確な治療結果は、末梢構造の可塑性だけではなく脳の可塑性でうまく説明できるであろう。

今回の研究の限界の一つは、参加条件において‘特発性凍結肩’（具体的な原因のない健康上腕関節の特発的で疼痛を伴う拘縮）と‘二次的凍結肩’（腱板断裂、神経学的障害や代謝疾患、糖尿病関連などによるもの）の患者を区別できなかったことです。²⁸ ‘二次的凍結肩’患者にとってもそれぞれの原因と病期に関しての結果の差を研究することは意義があるであろう。腱板断裂の患者には効果があるかもしれないが、代謝疾患患者の肩関節複合体に関して、構造レベルの治療から得るものはないかもしれない。

研究が行われたリハビリテーションセンターでは、一日30分を10日間だけ継続という治療期間は特殊なものだった。普遍的な臨床上の意義を深めるために、週2, 3回の頻度で4週間治療を続けた患者についての結果を同じように分析してみるのもよいであろう。また、すべての患者が医師からの処方箋を得ていた事実も制限の一つであった。その結果、非介入の対象群を持つことができなかつたので、標準的治療として従来型理学療法を比較対象群とした。しかし、研究の焦点は活動レベルにおいているので、理学療法を受けずに日常生活に対処しなければならない状況の人々でも同じように改善させることもできるであろう。追試験では、この問題を除外するために患者は遅くとも研究開始3か月前には肩痛と可動域制限を持っている患者とすべきであろう。

さらなる調査が必要となるであろう疑問は、運動の成功体験を可能にするための随意的目標指向型活動中の身体構造レベルでの介入がどれだけ重要であるか、そしてより良い日常生活活動の遂行にそれがどれだけ関係しているかである。治療前後の皮質表在の変化の可能性を特定するのに、PET（陽電子放射断層撮影）の使用なども役立つかもしれない。さらなる研究を重ねることで神経筋骨格系障害へのより良い結果を生むであろう神経可塑性への洞察と、筋骨格系理学療法士と神経学的理学療法士のより良い共同関係を深める手助けになるでしょう。

臨床へのメッセージ

- 活動指向型治療プログラムは構造指向型治療よりもより大きくより持続する有益な効果をもたらす。

謝辞

この研究のために患者を提供してくれたポーランドのクラクフにあるクラクフのトップスクールとクラクフリハビリテーションセンターのスタッフに感謝します。

利益相反

この文献に関する研究、著作あるいは出版に関しての利益相反の可能性はないことを宣言する。

資金

この文献に関する研究、著作あるいは出版に関する経済的援助は一切受けていない。

参考文献 References

1. Kelley MJ, McClure PW and Leggin BG. Frozen shoulder: Evidence and a proposed model guiding rehabilitation. *J Orthop Sports Phys Ther* 2009; 39(2): 135–148.
2. Klug S, Anderer P, Saletu-Zyhlarz G, et al. Dysfunctional pain modulation in somatoform pain disorder patients. *Eur Arch Psychiatry Clin Neurosci* 2011; 261(4): 267–275.
3. Vartiainen N, Kirveskari E, Kallio-Laine K, Kalso E and Forss N. Cortical reorganization in primary somatosensory cortex in patients with unilateral chronic pain. *J Pain* 2009; 10(8): 854–859.
4. Kaltenborn FM. Teil 1 Extremitäten. 12. Auflage, Oslo: Norli, 2005: 203–229.
5. Buck M, Beckers D and Adler SS. PNF in der Praxis. 6. Auflage. Berlin-Heidelberg: Springer, 2010: 38–40, 43–44, 50–55, 85–86, 109–116, 240–242.
6. Green S, Buchbinder R and Hetrick SE. Physiotherapy interventions for shoulder pain. *Cochrane Database Syst Rev* 2003; (2). Art. No.: CD004258. DOI: 10.1002/14651858.CD004258.
7. Donatelli R, Ruivo RM, Thurner M and Ibrahim MI. New concepts in restoring shoulder elevation in a stiff and painful shoulder patient. *Phys Ther Sport* 2014; 15(1): 3–14.
8. Maund E, Craig D, Suekarran, et al. Management of frozen shoulder: A systematic review and cost-effectiveness analysis. *Health Technol Assess* 2012; 16: 11.
9. Kleim JA and Jones TA. Principles of experiencedependent

- neural plasticity: Implications for rehabilitation after brain damage. *J Speech, Lang Hear Res* 2008; 51(1): 225–239.
10. Dayan E and Leonardo LG. Neuroplasticity subserving motor skill learning. *Neuron* 2011; 72(3): 443–454.
 11. Draganski B and May A. Training-induced structural changes in the adult human brain. *Behav Brain Res* 2008; 192(1): 137–142.
 12. Lövdén M, Wenger E, Mårtensson J, Lindenberger U and Bäckman L. Structural brain plasticity in adult learning and development. *Neurosci Biobehav Rev* 2013; 37(9 Pt B): 2296–2310.
 13. May A. Experience-dependent structural plasticity in the adult human brain. *Trends Cogn Sci* 2011; 15(10): 475–482.
 14. Kantak SS, Sullivan KJ, Fischer BE, Knowlton BJ and Winstein CJ. Neural substrates of motor memory consolidation depend on practice structure. *Nat Neurosci* 2010; 13: 923–925.
 15. Cross ES, Schmitt PJ and Grafton ST. Neural substrates of contextual interference during motor learning support a model of active preparation. *J Cogn Sci* 2007; 19: 1854–1871.
 16. Abe M, Schambra HM, Wassermann EM, Luckenbaugh D, Schweighofer N and Cohen LG. Reward improves long-term retention of a motor memory through induction of offline memory gains. *Curr Biol* 2011; 21(7): 557–562.
 17. Pignatelli M and Bonci A. Role of dopamine neurons in reward and aversion: A synaptic plasticity perspective. *Neuron* 2015; 86: 1145–1157.
 18. Melzak R and Katz J. Pain measurement in persons in pain. In: Wall PD and Melzak R (eds) *Textbook of pain*, 4th ed. Edinburgh: Churchill Livingstone, 1999: 409–426.
 19. Uswatte G, Taub E, Morris D, Light K and Thompson PA. Reliability and validity of the Motor Activity Log-28. Assessing use of the hemiparetic arm after stroke. *Neurology* 2006; 67: 1189–1194.

20. Kolber MJ and Hanney WJ. The reliability and concurrent validity of shoulder mobility measurements using a digital inclinometer and goniometer: A technical report. *Int J Sports Phys Ther* 2012; 7(3): 306.
21. Daniels L and Worthingham K. *Muscle testing – Techniques of manual examination*, 7th ed. Philadelphia, PA: WB Saunders Co., 2002.
22. Horst R. N.A.P. – Therapieren in der Neuroorthopädie. Stuttgart: Thieme, 2011: 12–48, 50–78.
10 *Clinical Rehabilitation*
23. R Development Core Team. R: A language and environment for statistical computing. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing, 2011.
24. Scholz J, Klein MC, Behrens TEJ and Johansen-Berg H. Training induces changes in white matter architecture. *Nat Neurosci* 2009; 12(11): 1370–1371.
25. Schleip R. Fascial plasticity – a new neurobiological explanation: Part 1. *J Bodywork Movement Ther* 2003; 7(1): 11–19.
26. Findley T, Chaudry H and Dhar S. Transmission of muscle force to fascia during exercise. *J Bodywork Movement Ther* 2015; 19: 119–123.
27. Melzak R. Introduction: The pain revolution. In: Melzak R and Wall PD (eds) *Handbook of pain management*. Edinburgh, Churchill Livingstone, 2003: 2–3.
28. Uppal HS, Evans JP and Smith C. Frozen shoulder: A systematic review of therapeutic options. *World J Orthop* 2015; 6(2): 263–268.

Neuro-orthopedic activity-dependent therapy bridges the gap between orthopedics and neurology. The aim of this integrative therapy is that the patient learns to act himself instead of exclusively reacting to the therapist’ s input.

In 3 modules (80 hours) the therapist learns how to influence body structures (lumbar spine, pelvis, other extremities, cervical spine, thoracic spine, temporomandibular

joints, upper extremity) within meaningful activities. According to knowledge that long-term changes are activity-dependent and to the idea of „Reset - the - Brain“ the N.A.P. therapist integrates manual-therapeutic knowledge and neurophysiological principles to enhance plasticity and motor strategies for daily life activities.