

めに、何故、どの情報が必要なのか、分かるように筋道を立てて説明しましょう。

② 代読・代筆による第三者への情報提供

扱う情報を、当事者と従事者以外の第三者に提供するためには、当事者に事前に説明した目的と合致し尚且つ当事者の了解が得られていることが必要です。また、事前に説明した目的と異なる目的で第三者への情報提供を行う場合、新たな目的に関して十分な説明を当事者に対して行う必要があります。

とはいえ、全ての情報のやり取りについていちいち目的の説明と同意確認を行ってはいは、当事者が疲れてしまいます。後述する取り扱いに注意すべき情報（個人識別符号、特定個人情報、要配慮情報またはそれに準ずる情報）以外は、代筆・代読に至るまでの状況説明を適宜行い、当事者とのコミュニケーションを行いながらスムーズに同意の確認を取っていくことが必要です。

③ 情報の開示・訂正・削除

事業者および従事者が保持している個人情報について、当事者から開示・訂正・削除の要求があった場合は速やかに（六ヶ月以内に）応じなければなりません。

また保存の必要の無い情報は速やかに漏洩が起こらない方法で破棄してください。

④ ただし、法令によって保存が定められた文書の情報の削除はできません。

情報漏洩によるトラブル万が一、当事者の意図に反した情報漏洩が判明した場合、速やかに事業者および当事者に対して、どの情報が漏れたのかについて報告を行ってください。その上で、事業者の指示を仰いでください。

4) 個人情報の種類 (図 11)

個人情報の内、下記の個人識別符号（特定個人情報含む）と要配慮情報は取り扱いにあたり特別な配慮が必要な情報です。原則として、当事者への十分な説明と明確な同意なしで第三者に提供できません。また当事者から委任を受けて従事者が情報の取り扱いを代行する場合、予め情報利用目的を明記した委任状を受け取っておくことが必要な場合があります。 委任状の例（図 12）

① 個人識別符号

個人を識別できると政令で定められた情報を言います。具体的には、運転免許証番号、旅券番号、基礎年金番号、などが該当します。政令で定められていなくても、個人の識別情報になり且つ意図に反した情報漏洩の際に被害の大きい、クレジットカード番号、銀行口座番号、保険証番号、メールアドレス、携帯電話番号、インターネット上のサービスなどにおける ID 情報などもそれに準じて取り扱う必要がある情報と言えます。

② 特定個人情報

個人識別符号の中でも、番号利用法によって定められた特定の用途のみ使用可能な情報です。法律で定められた用途以外に使用した場合、あるいは意図的に漏洩させた場合、刑事罰を受けることがあります。また特定個人情報の取り扱いの代

行をする場合、法律に合致した利用目的を明示した委任状を当事者から受け取る必要があります。2016年1月時点ではマイナンバー（または住民票コード）が該当します。

マイナンバーの場合、社会保障、税、災害対策の分野の手続のために行政機関等に提供する場合以外は第三者提供できません。マイナンバーを提供可能な提供先として、税務署、地方公共団体、ハローワーク、年金事務所、健康保険組合、勤務先（または報酬等の支払い元）、金融機関などが考えられます。

マイナンバーは下記の二種類の何れかのカードに記載されています。

- マイナンバー通知カード

マイナンバー通知の際に配布された紙のカードです。上記の目的でマイナンバーを提供する際にはコピーを取って必要な書類に添付します。身分証明書に用いることはできません。また、行政機関の窓口以外ではカードそのものの提示を求められることはありません。不必要な閲覧・開示・代読は行わないでください。

- 個人番号カード

希望者に配布される、表面に写真と氏名、裏面にマイナンバーを記載したICカードです。裏面は通知カードと同じ用途に用いられます。またカードの表面とICチップは身分証明に用いることが出来ます。ただし行政機関以外でカード裏面の提示を求められることはありません。裏面の不必要な閲覧・開示・代読は行わないでください。

- ③ 要配慮情報（機微情報／センシティブ情報）

情報漏えいによって社会的差別や偏見などを受ける恐れのある情報です。本人の人種、信条、社会的身分、病歴、犯罪の経歴、犯罪により害を被った事実、などがあります。

例えば就職の際に履歴書に健康状態について書く欄がある場合、どのように記述すれば良いかについて、不当に不利にならず且つ職場で適切な配慮が得られるよう、当事者が充分納得できるまで内容を確認することが必要です。

ただし、機微の範囲は人によって異なる部分が多いため、特に当事者のプライベートな情報を取り扱う際には確認を怠らないようにしましょう。

また当事者の意図に反して情報を漏らしたことによって当事者の社会的評価を著しく低下させた場合、名誉毀損罪に問われる場合があります。

上記以外の個人情報については、特に社会的通念上問題がないと判断される程度の代筆・代読であれば、都度、状況を説明し当事者に拒否の意志がないことを確認しながら、遂行しましょう。例えば荷物を送る際には宛名と送り先住所が必要ですので、当事者に送り先を確認した際に明確に拒否されなければ記載しましょう。

重要でない情報の取り扱いに際して過剰に目的説明と同意確認を行ってしまつては、最も大切な当事者とのコミュニケーションが成り立ちません。

5) 個人情報保護法の例外について

下記の場合は当事者への説明、同意なしに情報の取り扱いや第三者提供が可能です。

① 法令で定められた場合

行政機関や裁判所による開示命令、警察官による職務質問などが該当します。

② 人の生命、身体または財産の保護のために必要な場合

緊急の事態により当事者の生命財産の危機が生じ、且つ当事者の同意を取ることが困難な場合です。交通事故等で医療機関に運ばれた場面での治療に必要な情報の提供や災害時の身元確認情報の提供などが該当します。

③ 公衆衛生の向上、児童の健全な育成の推進のために特に必要な場合

児童虐待の疑いのある場合の所轄官庁への通報などが該当します。

④ 地方公共団体等の法令に定める事務の遂行に対し協力する必要がある場合

自治体から事業者に対して協力を要請する場合などが該当しますが、従事者が直接取り扱うことはないでしょう。

杓子定規な法律解釈によって当事者に余計な不利益が生じることのないようにしましょう。罪のない人の命や財産を守ることが法律の目的です。逆になってしまつては本末転倒なのです。

6) 当事者に対する虐待について

上記の個人情報保護法の例外と関連して、当事者に対する虐待の兆候に気がついた場合の個人情報の取り扱いについて説明します。

当事者に対する虐待として以下の5つが上げられます。

- ① 身体に外傷が生じ、若しくは生じるおそれのある暴行を加え、又は正当な理由なく身体を拘束すること。
- ② わいせつな行為をすること又はわいせつな行為をさせること。
- ③ 著しい暴言又は著しく拒絶的な対応、その他著しい心理的外傷を与える言動を行うこと。
- ④ 衰弱させるような著しい減食又は長時間の放置、養護者以外の同居人による①～③までの行為と同様の行為の放置等養護を著しく怠ること。
- ⑤ 当該者の財産を不当に処分することその他当該者から不当に財産上の利益を得ること。

福祉に関わるものとして、自ら上記の行為に荷担しないことは勿論、事業者および従事者は虐待の早期発見、予防の努力義務を負っています。虐待の兆候に気がついた時は、事業者（事業者相談し難い場合は監督する都道府県または市町村の担当部署に）報告相談をしましょう。

7) 当事者との間のトラブルについて

どんなに誠意と熱意をもって業務を行っても、人間である以上、誤解や誤りを避けることはできません。そしてトラブルに冷静に対処するには冷静かつ公平な第三者の視点が不可欠です。不用意な言動で当事者を不必要に傷つけ、虐待してしまうことにもなりかねません。

当事者との間でトラブルが発生した場合は、その場で、自分の力だけで解決しようとせず、まず事業者に報告し、指示を仰ぎましょう。その上で、事業者あるいは信頼のおける第三者を交えて当事者と話し合うようにしましょう。

Ⅲ. 研究成果の刊行に関する一覧表

発表者氏名	論文タイトル	発表誌名	巻号ページ	出版年
木村浩彰、永富彰仁、牛尾会	内部障害リハビリにおける骨格筋電気刺激	腎と透析	80(2)285-289	2016
木村浩彰	重複障害のリハビリテーション 3. 脳・神経と骨・関節	重複障害のリハビリテーション	63-68	2015
山根直哉、窪優子、木村浩彰	iPad を使うことによりコミュニケーションおよびソーシャルネットワークが可能になった1例	国立大学リハビリテーション療法士学会大会誌	37:100-104	2015
柳田直美、木村浩彰	発達性読み書き障害児に対する視覚認知機能を必要とした課題の試み	日本作業療法学会抄録集	47:778-778	2013
Mikami Y, Fukuhara K, Kawae T, Kimura H, Ochi M	The effect of anti-gravity treadmill training for prosthetic rehabilitation of a case with below-knee amputation	Prosthet Orthot Int	39(6):502-6	2015
Yuichi Nishikawa, Junya Aizawa, Hiroaki Kimura	Immediate effect of passive and active stretching on hamstrings flexibility: a single-blinded randomized control trial	J. Phys. Ther. Sci	27:3167-3170	2015
田中武志、津久間秀彦、池内実	視覚障がい者 Web Accessibility に配慮した病院 Webpage 標準仕様の必要性	医療情報学	第 36 巻第 1 号 pp. 25-31	2016
田中武志、氏間和仁、藤田利恵	視覚障がい者の Web Accessibility に配慮した病院標準 Webpage の試作	医療情報学	35(Suppl.), 1244-1247, 2015	2015
津久間秀彦、島川龍	電子診療看護記録の信頼	医療情報学	35(Suppl.),	2015

載、渡邊春美、田中武志、他 6 名：	性向上のための真正性の問題点に関する予備的調査～6W1H モデルに基づく課題整理方法の検討～		814-817	
今井康介、他 11 名 (12 名中 11 番目：田中武志)：	多職種間の相互理解を目的とした研修の実施と評価-シリーズ企画 「隣は何をする人ぞ？」-	医療情報学	35(Suppl.), 466-469, 2015	2015
門脇 弘樹・牟田口辰己	白杖歩行の偏軌に歩行速度がもたらす影響	視覚リハビリテーション研究	第 5 巻 第 2 号, pp. 53-62	2016
氏間和仁	小学校におけるタブレット PC の活用の効果-弱視特別支援学級の A 児の指導過程を通して-	弱視教育	53(2), 1-11	2015
落石美菜子・氏間和仁	弱視者における視覚補助具の使用について	弱視教育	53(1), 1-9	2015
北野琢磨・氏間和仁	視覚特別支援学校における 3 年間のタブレット端末の活用状況	弱視教育	53(3), 6-16	2015
Higashide T, Ohkubo S, Sugimoto Y, Kiuchi Y, Sugiyama K.	Persistent hypotony after trabeculectomy: incidence and associated factors in the Collaborative Bleb-Related Infection Incidence and Treatment Study.	Jpn J Ophthalmol	In press [Epub ahead of print]	2016
Nagasato D, Mitamura Y, Semba K, Akaiwa K, Nagasawa T, Yoshizumi Y, Tabuchi H, Kiuchi Y.	Correlation between optic nerve head circulation and visual function before and after anti-VEGF therapy for central retinal vein occlusion: prospective, interventional case	BMC Ophthalmol	16:36	2016

	series.			
Nakamura-Shibasaki M, Latief MA, Ko JA, Funaishi K, Kiuchi Y.	Effects of topical adrenergic agents on prostaglandin E2-induced aqueous flare and intraocular pressure elevation in pigmented rabbits.	Jpn J Ophthalmol	60(2):95-102	2016
Sugimoto Y, Mochizuki H, Ohkubo S, Higashide T, Sugiyama K, Kiuchi Y.	Intraocular Pressure Outcomes and Risk Factors for Failure in the Collaborative Bleb-Related Infection Incidence and Treatment Study.	Ophthalmology	122(11):2223-33	2015

【トピックス】

内部障害リハビリにおける骨格筋電気刺激

木村浩彰 永富彰仁 牛尾 会

腎と透析 第80巻 第2号 別刷

(2016年2月)

東京医学社

〒113-0033 東京都文京区本郷3-35-4
電話 03(3811)4119(代表)



【トピックス】

内部障害リハビリにおける骨格筋電気刺激*

木村浩彰** 永富彰仁** 牛尾 会**

■ はじめに

内部障害は外見ではわからない身体の内面に障害をもつことで、身体障害者福祉法では心臓、腎臓、呼吸器、膀胱・直腸、小腸、ヒト免疫不全ウイルス (HIV)、肝臓の障害を示す。内部障害は、障害の原因である臓器疾患の影響だけでなく、廃用や加齢による筋力低下や運動耐容能の低下により、日常生活活動や社会参加に支障をきたす。内部障害に対する治療法として、電気刺激療法 (electrical muscle stimulation: EMS) の基本と有用性について言及する。

■ 骨格筋の組織・生理・生化学

骨格筋筋線維は組織学的および生理学的な特徴から分類される。筋線維の酵素活性により、酸化酵素が豊富な Type I 線維と、加リン酸分解酵素や ATPase が豊富な Type II 線維に分類される。また、単一刺激に対する筋収縮開始から最大張力までの時間 (筋収縮時間) より、遅筋と速筋に分類され、速筋はさらに疲労特性により、速持続筋と速易疲労筋に分類される。ヒトの筋肉内には、これらの筋線維が混在している。また、筋線維の力学特性は、支配神経の運動ニューロン活動と神経から筋への栄養物質の軸索輸送により決定され

る¹⁾。

骨格筋の神経筋運動単位は、単一の運動ニューロンとその支配を受ける筋線維から成っている。通常、運動単位の収縮は“全か無かの法則”に従い、1つの神経細胞に支配された運動単位の筋線維はすべて同時に収縮する。また、筋肉内のおのの神経筋運動単位は、随意運動時に大きさの原理に従い、神経支配比の小さな神経筋運動単位より先に賦活される¹⁾。

■ 電気刺激療法の手法と適応

電気刺激療法は外部から他動的に末梢神経を刺激し筋収縮を誘発させるため、自動運動が不十分であっても施行できる。従来、電気刺激療法は脳卒中などの中枢神経疾患の麻痺肢を対象に、麻痺筋の筋収縮を促す機能的電気刺激療法 (functional electrical stimulation: FES) として行われてきた。近年、FES を応用した電気刺激療法が臨床に応用されている。また、筋肉に対する電気刺激療法は、筋肉局所血流の改善や発痛物質の除去を目的に物理療法として広く用いられている。筋肉に対する電気刺激療法は表面電極を使用し、通常周波数 15~100 Hz、刺激パルス幅 0.1~1.0 msec 程度の矩形波で行われる。

電気刺激療法でエネルギー消費を目的とする場

* Electrical muscle stimulation in patients with dysfunction due to internal diseases

key words: 低周波刺激, マイオカイン, 物理療法

** 広島大学病院リハビリテーション科 KIMURA Hiroaki, NAGATOMI Akiyoshi, USHIO Kai

(〒734-8551 広島市南区霞 1-2-3)

表1 筋収縮刺激により分泌されるマイオカイン

略称	マイオカイン	刺激の種類
急性収縮刺激によって分泌が調節されるマイオカイン		
CXCL1/KC	Chemokine ligand 1	電気刺激
CXCL5/LIX	LPS-induced CXC chemokine	電気刺激
GM-CSF	Granulocyte macrophage colony-stimulating factor	伸展刺激
IL-6	Interleukin-6	電気刺激
IL-8	Interleukin-8	電気刺激
MIF	Macrophage migration inhibitory factor	電気刺激
SPARK	Secreted protein acidic and rich in cysteine	伸展刺激
VEGF	Vascular endothelial growth factor	電気刺激
慢性運動により分泌調節されるマイオカイン		
BAIBA	B-Aminoisobutyric acid	3週間 running (マウス) 20週間自転車運動 (ヒト)
Lrisin	Fibronectin type III domain-containing protein 5 (FNDC5)	3週間 running (マウス) 10週間自転車運動 (ヒト)
Myonectin	Clq/TNF-related protein 15 (CTPR 15)	2週間 running (マウス)

(文献4)より引用、改変)

合、筋収縮と筋疲労の観点から、周波数 20 Hz、パルス幅 0.1~0.5 msec 程度の刺激が選択される。酸素摂取量を最大にする電気刺激は、パルス幅 0.2 msec で、20 Hz 周波数の両極性パルスによる 1 秒刺激・1 秒休止サイクルの刺激となる。また、電気刺激による筋収縮の動員様式は、太い神経線維で支配される速筋線維から動員が始まる。つまり、通常の筋収縮でみられる大きさの原理の逆である。例えば、ヒトの大腿四頭筋に電気刺激を行った場合、刺激後の筋内のグリコーゲン枯渇は速筋線維で著しく高く、解糖系によるエネルギー利用率が遅筋線維の 2 倍以上高く、電気刺激による選択的な速筋線維の動員によって、随意収縮とは異なるエネルギー代謝特性の存在が示唆されている^{2,3)}。そして、骨格筋は電気刺激に対して波数依存性に変化する性質があり、10~50 Hz の低頻度電気刺激で速筋線維が遅筋線維に変化し、50~100 Hz の高頻度連続刺激で遅筋線維が速筋線維に変化する。下肢を刺激部位とする報告が多い。

動療法が行われ、心不全や慢性閉塞性肺疾患に対する運動療法は推奨されている。慢性腎不全 (CKD) 患者や透析患者においても、骨格筋量の損失は死亡率増加の独立した因子であり、運動療法により最大酸素摂取量の増大や生活の質向上が得られるため、治療的介入として推奨されている。近年、運動療法が内部障害を改善する機序として、筋肉が分泌する種々の生理学的物質 (マイオカイン) が挙げられている⁴⁾ (表1)。実際、運動による抗炎症作用⁵⁾や Klotho と呼ばれる長寿関連蛋白質⁶⁾が、腎不全の進行を遅らせることが報告されている。

内部障害に対して、電気刺激療法は筋量増大や筋力増強を目的に行われるが、腎臓疾患に電気刺激療法を行った報告は渉猟した限りではなかった。しかし、合併症としてしばしば併存する心不全や末梢動脈疾患、閉塞性肺疾患、糖尿病などの疾患に対して電気刺激療法は有用である。

運動療法の一部として電気刺激療法も有用と思われる、今後の研究成果が待たれる。

内部障害に対する電気刺激療法

内部障害患者の筋力低下や筋萎縮はよくみられる症状である。筋力増強や耐久性向上を目的に運

1. 心不全に対する電気刺激療法

慢性心不全患者の骨格筋は、速筋に対して遅筋の割合が減少し、筋活動量低下と筋線維萎縮を認

表2 心不全患者に対する電気刺激療法の位置づけ

年代	1998	1999	2003	2006
報告者	Maillefert	Quittan	Harris	Dobsak
対象患者 (NYHA)	Ⅱ～Ⅲ	Ⅱ～Ⅲ	Ⅱ～Ⅲ	Ⅲ～Ⅳ
電気刺激条件	低周波 1日1時間, 週5日, 5週間	50 Hz, 1日0.5～1時 間, 週5回, 6週間	25 Hz, 1日0.5時間, 週5回, 6週間	10 Hz, 1日1時間, 週7日, 4～6週間
改善したデータ	最大酸素摂取量, 筋 容量, 6分間歩行	ピークトルク, 神経 伝導速度	最大酸素摂取量, 6 分間歩行, 大腿四頭 筋筋力	ピークトルク, 血流 速度

(文献9)より引用, 改変)

める⁷⁾。そのため、心不全に対する電気刺激療法は、遅筋比率の増大と骨格筋量増大を目標とする。Dobsakらは、10 Hzの低周波刺激をNYHA (New York Heart Association) 分類Ⅲ～Ⅳの重症心不全症例へ行い、最大筋力は40～50%増大したが、心負荷や筋傷害の合併症は認めないと報告した⁸⁾。したがって、運動療法困難な重症心不全症例への電気刺激療法は、筋力増強のための治療として安全かつ有効である。また、運動療法が可能な心不全症例の下肢骨格筋に対する電気刺激療法も、運動耐容能の改善や筋力増強に効果的である^{9,10)}(表2)。しかし、心不全患者に対する電気刺激療法はほとんど普及していない。その理由として、①心不全患者への電気刺激療法の最適な刺激条件が明らかでないこと、②電気刺激療法が骨格筋に及ぼす作用機序が解明されていないこと、③栄養不足や炎症に対する電気刺激療法の作用が不明なこと、などが挙げられている¹⁰⁾。

2. 末梢動脈疾患 (peripheral arterial disease : PAD) に対する電気刺激療法

末梢循環系において、外的刺激や代謝物質、自律神経が血流量および循環抵抗を変化させ、血管拡張作用や血管新生作用などに影響を与える。電気刺激療法は血管新生を誘導するが、その作用機序は、①電気刺激による筋収縮が血管壁にかかるストレスに変化を与えることと、②血管壁表面の血管内皮細胞が活性化、増殖し、発芽と呼ばれる血管の基底核が溶解して新たな血管が出現する

(血管新生) ことが挙げられている¹¹⁾。ただし、電気刺激療法による血管新生は、筋収縮などの物理的刺激の影響が大きいと考えられているが、血管新生は必ずしも筋収縮を伴う必要がない¹²⁾。さらに電気刺激は感覚神経も刺激すると考えられている¹³⁾。

末梢動脈疾患に対する下肢骨格筋電気刺激は、下肢の血流を改善する。最大歩行距離が50～100 mのPAD患者の下腿三頭筋に周波数6 Hz, 1回20分, 1日3回, 4週間連日の電気刺激を行うと、疼痛のない歩行距離が82%, 最大歩行距離が44%延長し、血流も44%程度増加し筋収縮による筋疲労も年齢相応となった¹¹⁾。

3. 慢性閉塞性肺疾患 (chronic obstructive pulmonary disease : COPD) に対する電気刺激療法

COPDに対して下肢運動療法は有効である。しかし、安静時や軽労作によって呼吸困難を訴えるCOPD患者に対しては運動療法を施行できないので、代わりに電気刺激療法が施行される¹⁴⁾。Vivodtzevらは、重症(平均FEV%predicted : 30 ± 3%) COPD患者に対して通常リハビリ群と電気刺激療法群の2群に分け4週間介入し、電気刺激療法群で下肢筋力増加と呼吸困難感の改善が得られ、歩行距離やBMI (body mass index : 肥満度) も改善したと報告した¹⁵⁾。Nederらも、重症COPDに対して週3～5回, 6週間の電気刺激療法を施行し、下肢筋力と運動耐容能が改善したと報

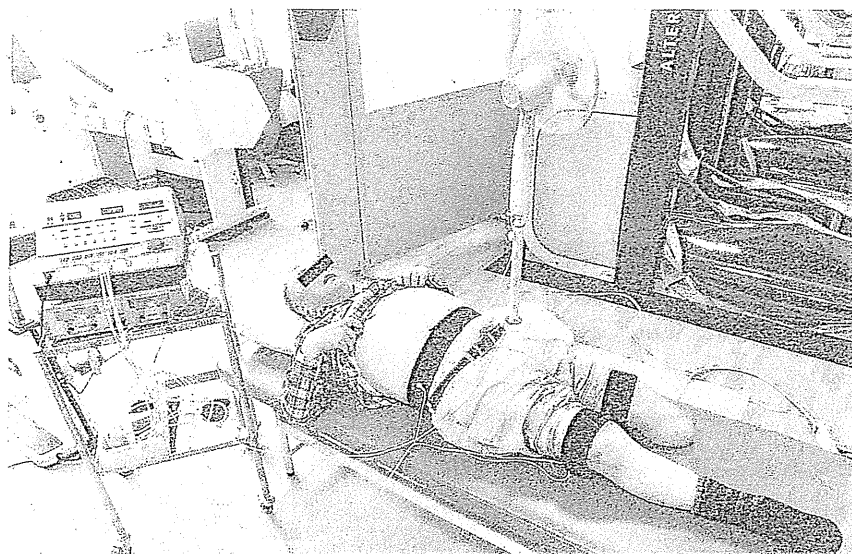


図 60代男性：糖尿病による透析と左下腿切断後

図左がオートテンスプロリハビリユニットⅡで、電極を腹部と両大腿部に設置し広範に筋収縮させる。刺激後に心地よい疲労感があり、熟睡できるといわれる。図右は Alter G で、体重免荷し高速で歩行訓練を施行できる。

告している¹⁶⁾。これらの結果から、運動療法が困難な重症 COPD に対する電気刺激療法の有効性が期待されている。

4. 糖尿病に対する電気刺激療法

筋収縮（運動）はインスリン非依存下でも糖代謝を活性化する。しかし、運動習慣のない糖尿病患者や増殖性網膜症による運動療法禁忌の糖尿病患者に対して運動療法は難しい。自動運動のできない脊髄損傷患者に対して長期的な電気刺激療法を行い、糖輸送担体の総量の増加によるインスリン感受性の改善が報告されており^{17,18)}、電気刺激療法によりインスリン感受性や糖代謝を改善できることが示唆される。また、インスリン刺激と筋収縮を同時に行うと、それぞれの単独の場合よりも糖代謝量が高くなり、インスリンと筋収縮による糖輸送の亢進に相乗効果が認められる。森谷らは、健常男性の両側大腿四頭筋を電気刺激療法で20分間収縮させたところ、最大酸素摂取量の糖代謝量の40%に相当する糖代謝量の増加を認め、糖代謝量の増加は電気刺激終了後少なくとも90分間持続したと報告した¹⁹⁾。電気刺激療法は糖尿病の糖代謝改善にも有用である。

Ⅳ 症例提示

60代男性。糖尿病、閉塞性動脈硬化症、糖尿病性腎症、糖尿病性網膜症、脳梗塞、狭心症。

20代より糖尿病を指摘された。糖尿病性網膜症のレーザー治療後。糖尿病性腎症により4年前から透析中（週3回）。3年前に閉塞性動脈硬化症で左下腿切断を施行。左下腿義足を処方したが合併症が多く、当初歩行困難であった。反重力トレッドミル Alter G（日本シグマックス株式会社、東京）による免荷と、ベルト式骨格筋電気刺激療法（オートテンスプロリハビリユニットⅡ：株式会社ホームアイオン研究所、東京）により歩行可能となった。電気刺激療法のためのパッドを腹部と両大腿部に設置し、その間の筋肉が広範に刺激される（図）。電気刺激療法中の血圧はむしろ上昇するが、筋力増強モード（disuse モード）では電気刺激療法後に筋血流の増大のため血圧低下を生じることがあった。また、電気刺激療法による眼圧上昇は認めていない。眼底血流の変化は今後の課題である。

下腿切断時の体重 86.0 kg から 76.4 kg に減少し、透析による総除水量は 2.1 L。経過中、冠動脈

形成術を行ったが、現在も週2回運動療法を継続し、左下腿義足を装着して独歩可能である。

■ おわりに

運動療法の一環として、内部障害に対する電気刺激療法は有用であり、その機序も徐々に解明されている。確かに腎臓疾患に対する電気刺激療法の効果は認められていないが、腎臓疾患にしばしば合併する心不全や末梢動脈疾患、閉塞性肺疾患、糖尿病などの疾患に対する電気刺激療法は有用である。今後、内部障害、特に腎臓疾患に対する電気刺激療法の効果検証とエビデンス形成が必要である。

文 献

- 1) Jun Kimura, 栢森良二訳：神経・筋疾患の電気診断学—原理と実際—, 西村書店, 東京, 1989
- 2) Sinacore DR, Delitto A, King DS, et al : Type II fiber activation with electrical stimulation : a preliminary report. *Phys Ther* 70 : 416-422, 1990
- 3) Greenhaff PL, Söderlund K, Ren JM, et al : Energy metabolism in single human muscle fibres during intermittent contraction with occluded circulation. *J Physiol* 460 : 443-453, 1993
- 4) 眞鍋康子：内分泌器官としての骨格筋. *実験医学* 32 : 1346-1352, 2014
- 5) Viana JL, Kosmadakis GC, Watson EL, et al : Evidence for anti-inflammatory effects of exercise in CKD. *J Am Soc Nephrol* 25 : 2121-2130, 2014
- 6) Avin KG, Coen PM, Huang W, et al : Skeletal muscle as a regulator of the longevity protein, Klotho. *Front Physiol* 5 : 189-199, 2014
- 7) Lipkin DP, Jones DA, Round JM, et al : Abnormalities of skeletal muscle in patients with chronic heart failure. *Int J Cardiol* 18 : 187-195, 1988
- 8) Dobšák P, Nováková M, Siegelová J, et al : Low frequency electrical stimulation increases muscle strength and improves blood supply in patients with chronic heart failure. *Circ J* 70 : 75-82, 2006
- 9) 長坂 誠：心血管疾患に対する電気刺激療法リハビリとコメディカルのための最新のリハビリテーション医学(先端医療シリーズ40). pp222-226. 先端医療技術研究所, 東京, 2010
- 10) 長坂 誠：心血管疾患に対する電気刺激の基礎的研究とその応用. *Jpn J Rehabil Med* 48 : 248-255, 2011
- 11) Anderson SI, Whatling P, Hudlicka O, et al : Chronic transcutaneous electrical stimulation of calf muscles improves functional capacity without inducing systemic inflammation in claudicants. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 27 : 201-209, 2004
- 12) Nagasaka M, Kohzuki M, Fujii T, et al : Effect of low-voltage electrical stimulation on angiogenic growth factors in ischemic rat skeletal muscle. *Clin Exp Pharmacol Physiol* 33 : 623-627, 2006
- 13) Hudlicka O, Graciotti L, Fulgenzi G, et al : The effect of chronic skeletal muscle stimulation on capillary growth in the rat : are sensory nerve fibres involved? *J Physiol* 546 : 813-822, 2003
- 14) 吉川雅則：包括的呼吸リハビリテーション 運動療法・栄養療法を中心に. *日本臨* 65 : 702-711, 2007
- 15) Vivodtzev I, Pépin JL, Vottero G, et al : Improvement of quadriceps strength and dyspnea in daily tasks after 1-month of electrical stimulation in severely deconditioned and malnourished COPD. *Chest* 129 : 1540-1548, 2006
- 16) Neder JA, Sword D, Ward SA, et al : Home based neuromuscular electrical stimulation as a new rehabilitative strategy for severely disabled patients with chronic obstructive pulmonary disease (COPD). *Thorax* 57 : 333-337, 2002
- 17) Chilibeck PD, Bell G, Jeon J, et al : Functional electrical stimulation exercise increases GLUT-1 and GLUT-4 in paralyzed skeletal muscle. *Metabolism* 48 : 1409-1413, 1999
- 18) Mohr T, Dela F, Handberg A, et al : Insulin action and long-term electrically induced training in individuals with spinal cord injuries. *Med Sci Sports Exerc* 33 : 1247-1252, 2001
- 19) 浜田 拓, 林 達也, 森谷敏夫：筋電気刺激(EMS)を利用した生活習慣病改善の可能性. *BME* 16 : 35-41, 2002

* * *

●はじめに

日常の診療で1人の患者に、脳卒中やパーキンソン病などの脳神経系疾患と、骨粗鬆症や変形性関節症、大腿骨頸部骨折などの骨関節系疾患を同時に診ることは多い。近年、脳神経系と骨関節系の臓器連関が基礎医学および臨床レベルで明らかにされつつある。本稿では脳神経系と骨関節系の臓器連関について言及する。

●臓器連関の内容

1. 骨と神経の関連

骨塩量は、骨芽細胞による骨形成と破骨細胞による骨吸収のバランスにより維持されている。骨形成と骨吸収の調節は、局所で作用するサイトカインやホルモンが重要と考えられてきたが、近年、摂食調節因子と骨代謝の関係が注目されている¹⁾。

1) レプチンと交感神経系による骨代謝

レプチンは167個のアミノ酸からなり、脂肪細胞から分泌されるアディポサイトカインの一種である²⁾。脳幹と視床下部に作用して、食欲の抑制と代謝亢進に関与し、肥満を抑制する。また、骨代謝についても、レプチン欠損 (ob/ob) マウスやレプチン受容体欠損 (db/db) マウスを用いた動物実験により、骨形成抑制と骨吸収亢進による骨代謝調節作用が示された³⁾。レプチンは、レプチン受容体を有する視床下部の細胞を介して骨芽細胞の交感神経 $\beta 2$ 受容体に作用し、骨芽細胞内で ATF4 (Activating Transcription Factor 4) の活性化を経て RANKL (Receptor Activator of Nuclear Factor κ -B ligand) を発現させて破骨細胞への分化を誘導し骨吸収を亢進させる⁴⁾。同様に、視床下部を介し骨芽細胞の交感神経 $\beta 2$ 受容体に作用し、骨芽細胞の CREB (cAMP Response Element-Binding Protein) のリン酸化レベルを低下させ、骨芽細胞の増殖を抑制し骨形成を抑制させる⁵⁾。結果としてレプチンは骨吸収の亢進と骨形成の抑制をもたらす、骨塩量を減少させる⁶⁾ (図1)。

2) 副交感神経系と骨代謝調節

神経終末にある M3 ムスカリン型受容体を介した副交感神経シグナルが骨芽細胞の働きを調節し、交感神経系との活性とバランスをとりながら骨代謝の維持が行われる^{7,8)}。骨内の副交感神経系は、破骨細胞上のニコチン型アセチルコリン受容体 $\alpha 2$ -AChR に作用し、破骨細胞のアポトーシスを亢進させ、骨量を増加させる⁹⁾。

3) 摂食ペプチドによる骨代謝調節¹⁾⁶⁾

① Cart (cocaine amphetamine regulated transcript) : Cart は、食欲の調節にかかわる神経ペプチドで、骨芽細胞を介して間接的に骨吸収を制御している (図

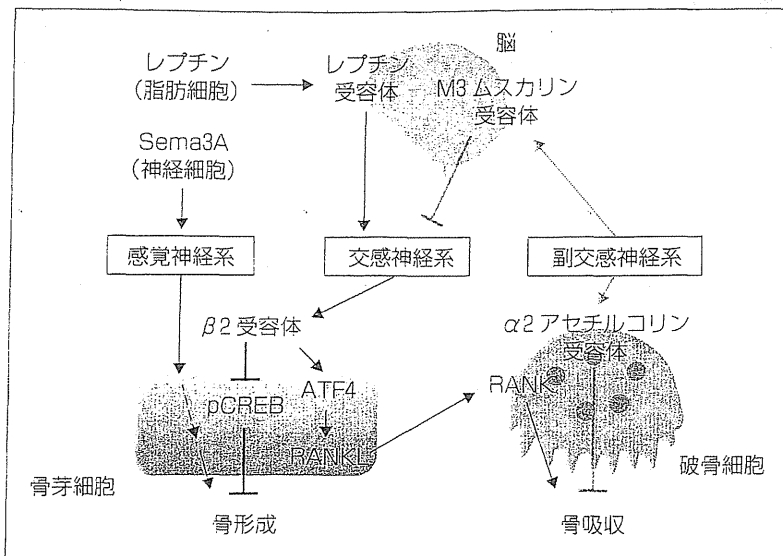


図1 交感神経系・副交感神経系・感覚神経系による骨代謝制御機構 (文献6) より引用)

レプチンは交感神経系を介して骨形成と骨吸収を調節する。一方、副交感神経系は交感神経系に拮抗して作用する。また、破骨細胞に直接作用し、アポトーシスを促進させ骨吸収を抑制する。感覚神経は骨芽細胞機能を調節し骨形成を促す

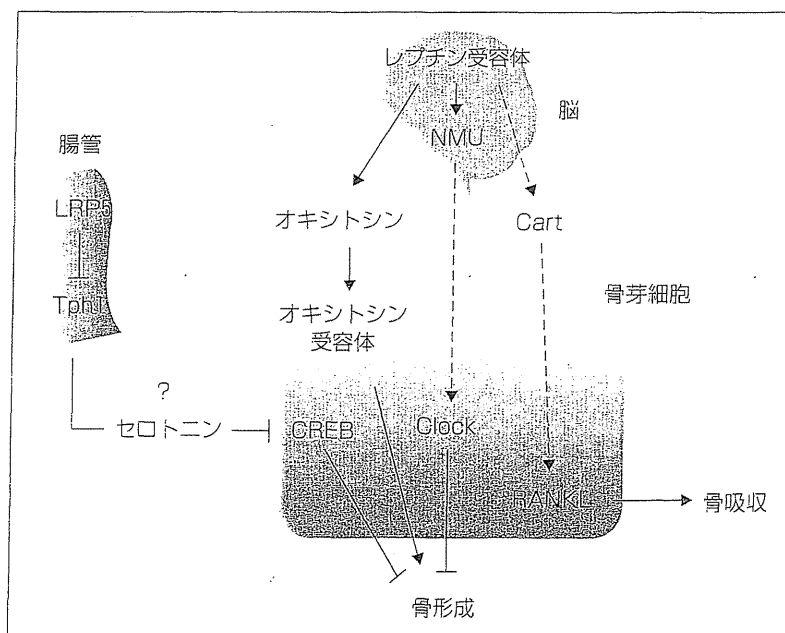


図2 食欲調節ペプチドとセロトニンによる骨代謝調節 (文献6) より引用)

Cart とオキシトシンは骨芽細胞に作用し、骨吸収や骨形成に影響する。レプチンにより発現誘導された NMU は、交感神経系を介し骨芽細胞の時計遺伝子の発現を調節することで骨芽細胞の増殖を制御する。一方、腸管で産生されたセロトニンは骨芽細胞に作用し、骨形成を抑制する

2).

- ② オキシトシン：オキシトシンは、視床下部の室傍核と視索上核で産生される神経ペプチドで、骨芽細胞に直接作用し骨形成を促進する。
- ③ NMU (neuromedin U)：NMU は、レプチンにより小腸や視床下部で発現誘導

される食欲抑制ペプチドである。交感神経系を介し、骨芽細胞の時計遺伝子の発現を調節することで骨芽細胞の増殖を抑制し、骨吸収を促進させる。

- ④ NPY (Neuropeptide Y) : NPY は、中枢神経系の弓状核に強く発現する食欲促進ペプチドである。NPY 受容体を介して骨芽細胞に作用し骨代謝を調節する。

4) セロトニンによる骨代謝調節

セロトニンは、モノアミン系神経伝達物質であり、中枢神経系(5%)と小腸(95%)で産生される。中枢神経では、セロトニン 2c 受容体 Htr (5-hydroxytryptamin receptor) 2c と交感神経系を介して骨塩量を低下させる¹⁰⁾。腸管で産生されたセロトニンは骨芽細胞に作用し、骨形成を抑制する(図 2)。なお、セロトニンは抗うつ薬 SSRI (Selective Serotonin Reuptake Inhibitors, 選択的セロトニン再取り込み阻害薬) で作用を増強させ、SSRI 服用患者の脊椎や股関節の骨密度低下と骨折リスクの上昇が示されており¹¹⁾、ヒトにおいても中枢神経のセロトニンが骨代謝にかかわることが示唆されている¹²⁾。

5) 感覚神経を介した骨代謝調節¹³⁾

Sema3A (semaphorin 3A) は semaphorin ファミリーに属する神経ペプチドであり、発生過程において神経軸索伸長の方向性を決めている。神経軸索成長機能の欠損マウスは骨塩量が低下しており、その原因として感覚神経由来の Sema3A の関与が明らかにされた。このことから、骨内の感覚神経が単に感覚受容器として働いているだけでなく、骨量調整にも重要な役割を果たす新たな骨代謝制御系の存在が証明されている(図 1)。

6) まとめ

神経ペプチドや交感神経・副交感神経・感覚神経を介した神経と骨の連関から、神経と骨という2つの臓器は従来考えられていたより直接的な関係にあることがうかがわれる。これらの知見は、新たな骨粗鬆症治療薬へつながることが期待されている。リハにおいても、この知見は臓器別の疾患の連関を考える際の基礎となる。

●脳神経疾患が骨関節疾患に及ぼす影響

1. 不動・廃用性骨萎縮と骨粗鬆症

脳卒中やパーキンソン病などの不動化をきたす神経疾患は、続発性骨粗鬆症を発生し大腿骨近位部骨折のリスクを高める。高齢者における大腿骨近位部骨折のオッズ比は、脳卒中(女性)2.0、パーキンソン病(女性)9.4であり¹⁴⁾、脳卒中患者の骨折の約80%は麻痺側に生じる¹⁵⁾。続発性骨粗鬆症のうち、不動や廃用による骨粗鬆症について、骨の要因と脳卒中など神経疾患の関与する要因について述べる。

2. 不動性骨粗鬆症の発症機序

1) 骨の要因

骨細胞は、骨に対するメカニカルストレスを感受する。骨細胞は、そのギャップ

結合を通じて骨細胞-破骨細胞間にネットワークを構築している。細胞内シグナル伝達物質である cAMP や cGMP, 細胞外シグナル伝達物質である PGE2, IGF-I, IGF-II, TGF- β は, 骨細胞-骨細胞間, 骨細胞-骨芽細胞間および骨細胞-破骨細胞間におけるメカニカルストレスの伝達にかかわる¹⁶⁾。

皮質骨と海綿骨における骨代謝回転速度が異なるため, 海綿骨は皮質骨に比べて不動や廃用の影響を受けやすい。海綿骨の骨代謝速度は, 皮質骨に比べて約 8 倍高い¹⁷⁾。したがって, 海綿骨成分の多い骨は, 皮質骨成分が多い骨に比べてメカニカルストレスの低下による影響が大きく, 骨量の減少率が高い。身体各部位における海綿骨の比率を調べた研究によると, 脊椎椎体の海綿骨比率は, 大腿骨転子部, 大腿骨頸部および橈骨遠位部に比べ明らかに高い¹⁸⁾。

2) 脳卒中など神経疾患の関与する要因¹⁹⁾²⁰⁾

脳卒中やパーキンソン病では不動化に伴う骨吸収の亢進と高カルシウム血症・ビタミン D [25-hydroxyvitamin D : 25(OH)D] 不足/欠乏, 骨密度の減少, 易転倒性がみられる。これらの関連は以下のように考えられる。

血清副甲状腺ホルモン (parathyroid hormone : PTH) 濃度は, 不動化の程度や血清 25(OH)D 濃度に影響される。つまり, 脳卒中急性期患者の運動量は低下するため, 骨吸収は亢進する。続いて血清カルシウム濃度は増加し, PTH の分泌は負のフィードバックにより減少する (二次性副甲状腺機能低下症)。一方, 脳卒中慢性期患者の血清 25(OH)D 濃度が低値の場合, 血清カルシウム濃度は減少し, PTH 分泌は増加する (二次性副甲状腺機能亢進症)。ただし, 実際の臨床において, 脳卒中発症前から 25(OH)D 不足/欠乏がある場合や, 脳卒中発症 4 年後においても血清カルシウム濃度が増加している場合もあり, 脳卒中患者ごとの評価が必要である。まとめとして, 不動化に伴う血清カルシウム濃度の増加により PTH の分泌は減少し (二次性副甲状腺機能低下症), 25(OH)D 不足/欠乏により PTH 濃度は上昇する (二次性副甲状腺機能亢進症)。

さらに, 脳卒中やパーキンソン病の患者はビタミン K やビタミン B 群, 葉酸も不足している。ビタミン B 群や葉酸の不足により生じる高ホモシスチン血症は, 骨質の劣化と関連し, 脳卒中やレボドーパ投与中のパーキンソン病患者の高ホモシスチン血症は大腿骨頸部骨折の危険因子である。

このように, 神経疾患患者においては, 不動性骨吸収亢進を契機とした血清カルシウム濃度増加と 25(OH)D 不足による骨粗鬆症の機序が考えられている。

3) 骨関節疾患が脳神経疾患に及ぼす影響

変形性関節症罹患者の心血管病変有病率調査によると, 変形性関節症罹患者の冠動脈疾患やうっ血性心不全の有病率は, 非罹患者よりも増加する²¹⁻²⁴⁾。同じ血管病変に起因する脳卒中の発症率は, 増加または不変 (無関係) で一定の結果は出ていない。変形性関節症患者で脳卒中を含む心血管病変が増加する理由として, 運動量低下²⁵⁾や筋力低下²⁶⁾, 収縮期血圧上昇²⁷⁾などが挙げられている。

関節リウマチ患者の脳卒中発症リスクは, 関節リウマチによる運動障害やプレド

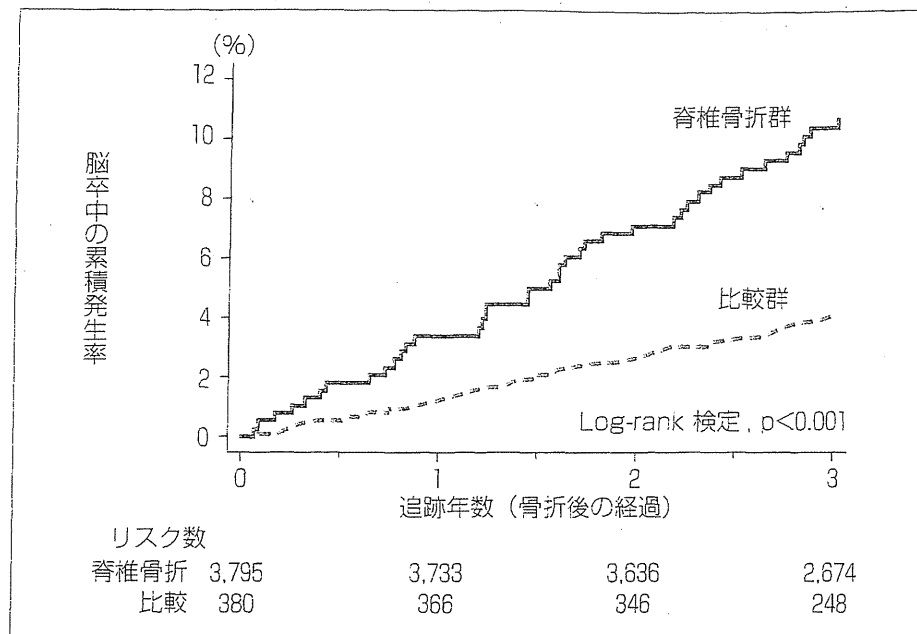


図3 椎体骨折後の脳卒中累積罹患率（文献30）より改変引用）

骨粗鬆症による脊椎椎体骨折群（10.77% [8.01~14.4]）は、比較群（4.15% [3.56~4.84]）より脳卒中罹患率が有意に高かった

ニゾロンやNSAIDs使用、収縮期血圧上昇により上昇する²⁴⁾²⁷⁻²⁹⁾。関節リウマチに用いられる生物学的製剤と脳卒中発症リスクの関連は、渉猟した範囲では認めなかった。

骨粗鬆症は脳卒中発症のリスクを上昇させる。脊椎圧迫骨折受傷3年で、脳卒中罹患率は2.71倍に増加する（図3）³⁰⁾。脳卒中ガイドライン³¹⁾において、骨粗鬆症に対するrisedronateやetidronate投与や運動療法が推奨されており、骨粗鬆症予防だけでなく脳卒中後の体力低下や耐糖能異常・インスリン抵抗性の改善に有効である。

●おわりに

以上のように、神経疾患と骨粗鬆症を主とした骨疾患は臨床上密接な関係にある。したがって、脳神経系疾患や骨関節系疾患のリハにおいて、両疾患の連関を念頭においた治療が必要である。また、脳神経系疾患のリハにより、併存する骨関節系疾患の改善が期待され、同様に骨関節系疾患のリハにより脳神経系疾患の改善も期待できる。今後、両疾患の連関からリハの効果を証明しなければならないと考える。

■文献

- 1) 竹田 秀：脳による骨の調節。実験医学 29（増刊）：142-146, 2011
- 2) Zhang Y, et al: Positional cloning of the mouse obese gene and its human homologue. *Nature* 372: 425-432, 1994
- 3) Ducey P, et al: Leptin inhibits bone formation through a hypothalamic relay: a central control of bone mass. *Cell* 100: 197-207, 2000

- 4) Elefteriou F, et al: Leptin regulation of bone resorption by the sympathetic nervous system and CART. *Nature* 434: 514-520, 2005
- 5) Kajimura D, et al: Genetic determination of the cellular basis of the sympathetic regulation of bone mass accrual. *J Exp Med* 208: 841-851, 2011
- 6) 福田 亨, 他: 神経系による骨代謝制御. 医学のあゆみ 247: 44-49, 2013
- 7) Caulfield MP, et al: Muscarinic receptors—characterization, coupling and function. *Pharmacol Thera* 58: 319-379, 1993
- 8) Shi Y, et al: Signaling through the M (3) muscarinic receptor favors bone mass accrual by decreasing sympathetic activity. *Cell Metab* 11: 231-238, 2010
- 9) Bajayo A, et al: Skeletal parasympathetic innervation communicates central IL-1 signals regulating bone mass accrual. *Proc Natl Acad Sci USA* 109: 15455-15460, 2012
- 10) Yadav VK, et al: A serotonin-dependent mechanism explains the leptin regulation for bone mass, appetite, and energy expenditure. *Cell* 138: 976-989, 2009
- 11) Richards JB, et al: Effect of selective serotonin reuptake inhibitors on the risk of fracture. *Arch Intern Med* 167: 188-194, 2007
- 12) 柏 真紀, 他: 神経と骨代謝. *The Bone* 26: 53-57, 2012
- 13) Fukuda T, et al: Sema3A regulates bone-mass accrual through sensory innervations. *Nature* 497: 490-493, 2013
- 14) Grisso JA, et al: Risk factors for falls as a cause of hip fracture in women. The Northeast Hip Fracture Study Group. *N Engl J Med* 324: 1326-1331, 1991
- 15) Poplinter AR, et al: Hip fracture in stroke patients. Epidemiology and rehabilitation. *Acta Orthop Scand* 56: 226-227, 1985
- 16) 澤田泰弘: 機械的負荷が骨に与えるシグナル. 野田政樹, 他 (編): 実験医学増刊. 骨形成・吸収のシグナリングと骨疾患. 羊土社, pp97-102, 1996
- 17) 高田信二郎: 不動性骨粗鬆症. 日本臨床 62 (増刊 2): 688-692, 2004
- 18) Einhorn TA: Bone strength: the bottom line. *Calcif Tissue Int* 51: 333-339, 1992
- 19) 岩本 潤, 他: 続発性骨粗鬆症: 多領域の連携 5—運動器および神経内科 (不動と骨粗鬆症). *Osteoporosis Japan* 20: 48-52, 2012
- 20) 佐藤能啓: QOL を高めるための続発性骨粗鬆症の管理シリーズ 3—不動・廃用性骨萎縮と骨粗鬆症. *Osteoporosis Japan* 13: 571-574, 2005
- 21) Rahman MM, et al: The relationship between osteoarthritis and cardiovascular disease in a population health survey: a cross-sectional study. *BMJ Open* 3: pii: e002634, 2013
- 22) Haugen IL, et al: Hand osteoarthritis in relation to mortality and incidence of cardiovascular disease: data from the Framingham Heart Study. *Ann Rheum Dis* 74: 74-81, 2015
- 23) Ong KL, et al: Arthritis: its prevalence, risk factors, and association with cardiovascular diseases in the United States, 1999 to 2008. *Ann Epidemiol* 23: 80-86, 2013
- 24) Watson DJ, et al: All-cause mortality and vascular events among patients with rheumatoid arthritis, osteoarthritis, or no arthritis in the UK General Practice Research Database. *J Rheumatol* 30: 1196-1202, 2003
- 25) Hootman JM, et al: Physical activity levels among the general US adult population and in adults with and without arthritis. *Arthritis Rheum* 49: 129-135, 2003
- 26) Palmieri-Smith RM, et al: Isometric quadriceps strength in women with mild, moderate, and severe knee osteoarthritis. *Am J Phys Med Rehabil* 89: 541-548, 2010
- 27) Singh G, et al: Consequences of increased systolic blood pressure in patients with osteoarthritis and rheumatoid arthritis. *J Rheumatol* 30: 714-719, 2003
- 28) Lindhardsen J, et al: Risk of atrial fibrillation and stroke in rheumatoid arthritis: Danish nationwide cohort study. *BMJ* 344: e1257. doi: 10.1136/bmj.e1257, 2012
- 29) Nadareishvili Z, et al: Cardiovascular, rheumatologic, and pharmacologic predictors of stroke in patients with rheumatoid arthritis: a nested, case-control study. *Arthritis Rheum* 59: 1090-1096, 2008
- 30) Chen YC, et al: Hospitalized osteoporotic vertebral fracture increases the risk of stroke: a population-based cohort study. *J Bone Miner Res* 28: 516-523, 2013
- 31) 篠原幸人, 脳卒中合同ガイドライン委員会 (編): 脳卒中ガイドライン 2009. 協和企画, 2009

一般演題 23

iPad を使うことによりコミュニケーションおよびソーシャルネットワークが可能になった 1 例

- 1) 広島大学病院 診療支援部リハビリテーション部門
2) 広島大学病院 リハビリテーション科

山根直哉¹⁾ 窪優子¹⁾ 中西一¹⁾ 金山亜希¹⁾ 下西直美¹⁾ 砂川加奈子¹⁾
木村浩彰²⁾ 皿田和宏¹⁾ 植田一幸¹⁾ 伊藤義広¹⁾

Key words : コミュニケーション、コミュニケーションエイド

【はじめに】

当院では言語でのコミュニケーションが困難な患者でかつ身体の動きが乏しく書字や通常のパソコン操作などが難しい患者に対し、コミュニケーションエイドとして携帯用会話補助装置（パシフィックサプライ、ボイスキャリーペチャラ）、重度障害者用意思伝達装置（株式会社日立イーケーシステムズ、伝の心）、意思伝達装置（パナソニック エイジフリーライフテック株式会社、レッツチャット）、視線入力式意思伝達装置（tobii P-10、Tobii）を使用してきた。当院でのコミュニケーションエイドの使用頻度は筋萎縮性側索硬化症（amyotrophic lateral sclerosis: ALS）などの神経難病や脊髄損傷患者に対して使用する機会が多く、最初の導入期になることが多い。また ALS などは診断が下ったばかりの患者に対し、そしてがん患者においても予後予測でコミュニケーション困難が見込まれる場合に、使用するコミュニケーションエイドを早期に紹介する事が多い。

今回、患者家族から携帯電話でメール（LINE）を受信しても返信が出来ないと相談を受けた。このたび iPad(Apple)のスイッチコントロール機能を使うことで、コミュニケーション可能になりまた、ソーシャルネットワークを行う事が可能になった症例を経験したので考察を加え報告する。

【対象】

症例の経過を表 1 に示す。30 歳台前半、女性。左手難治性潰瘍にて手術を何度も繰り返し行っており、

今回も左手の難治性潰瘍治療中に免疫介在性小脳脳幹障害を発症、歩行可能な状態が徐々に全身の失調症状は増悪し、歩行困難になる。左手は完全弛緩性麻痺。構音障害重度、会話明瞭度 5 でコミュニケーション困難な状態になる。ベッド上では常に仰臥位で 10° 程度のギャッチアップでの姿勢、リクライニング車椅子では約 10° 程度のギャッチアップの姿勢で、少しでもギャッチアップを行うと体幹の失調症状が現れる。右上肢に関しては、失調が強く物を掴むや口元に手を持って行くことが出来ない状態であり、食事は介助者の介助が必要な状態。頸部の動きは可能で頷きなどのコミュニケーションは可能であった。意識的に動かせる身体部位は頸部の動きのみになる。

構音障害が出現しコミュニケーションが難しくなってきた段階で tobiiP-10 を試したが、眼の疲労が強く導入は困難であった。その後レッツチャットの導入を行い、スイッチも指先や頸部の動きを色々と試し、頸部の動きが最も正確にスイッチを押すこと出来た為、帯電式伝達装置（パシフィックサプライ、ポイントタッチスイッチ）（図 1）を導入した。レッツチャットの光の動きの時間を調整し、何度か練習して導入に至った。

なお患者の入院は長期に渡っており、治療の効果で 1 ヶ月程度でまた発語が難しくなり iPad を使用する時期とさらに状態が悪化するし開眼する事も難しくなるというような時期を繰り返しているような状態に現在あり、有効な治療法が見つかっていない。