



物理療法，活かせていますか？ —適応と禁忌を理解しよう—

植村，弥希子
杉元，雅晴
前重，伯壮
吉川，義之

(Citation)

物理療法科学, 29(1):39-44

(Issue Date)

2022

(Resource Type)

journal article

(Version)

Version of Record

(Rights)

© 2022 一般社団法人 日本物理療法学会
© 2022 Japanese Society for Electrophysical Agents in Physical Therapy
Creative Commons Attribution 4.0 International

(URL)

<https://hdl.handle.net/20.500.14094/0100487648>



物理療法，活かせていますか？ —適応と禁忌を理解しよう—

植村弥希子^{1,2)}，杉元雅晴³⁾，前重伯壮²⁾，吉川義之⁴⁾

キーワード：主作用，副作用，エビデンス，有害事象

要旨

物理療法は近年，数多くの研究によりその効果とメカニズムについて明らかにされてきており，従来では「禁忌」とされていた患者に対しても安全に実施できる可能性が示唆されている。医療行為は安全であることが第一条件であり，物理療法も例外ではない。物理療法を安全に使用するためには各種物理療法が生体に与える影響を理解し，実施する際の注意事項を留意した上で行う必要がある。治療メカニズムを理解していれば，より効果的な物理療法の実施も可能となり，効能をリハビリテーション医療に生かすことができるであろう。本稿では2010年に発刊されたカナダ理学療法士協会の物理療法の禁忌事項を取りまとめたレビューを基に，2011年以降に発刊された基礎，臨床研究から物理療法が生体に与える影響について解説し，適応と禁忌について網羅的に解説する。

はじめに

「理学療法士及び作業療法士法」第二条に理学療法の定義として「身体に障害のある者に対し，主としてその基本的動作能力の回復を図るため，治療体操その他の運動を行なわせ，及び電気刺激，マッサージ，温熱その他の物理的手段を加えることをいう。」と明記されている。物理的手段，即ち物理療法は近年，様々な基礎，臨床研究によりその効果とメカニズムについて新たな知見が得られている。電気刺激による筋収縮作用や超音波療法による温熱作用など，物理療法は身体の細胞や器官に影響を与え，徒手を超える効能を得ることができる。一方で，組織障害を起こしたり体内埋め込み型デバイスに干渉したりするなど重篤な副作用が生じる危険性もある。医療行為にはいかなる条件でも行ってはいけない「絶対

禁忌」と，十分な安全管理のもとで実施が可能な「相対禁忌」があるが，物理療法機器による医療事故を防ぐために相対禁忌も禁忌事項として明記されていることもある。なぜこのように相対禁忌が禁忌事項として取り扱われているのだろうか？物理療法の治療メカニズムを理解していれば自ずと副作用の発生メカニズムも理解することができる。副作用が発生する条件を理解できれば，相対禁忌とされている疾患を有する患者に対してもその条件を考慮することで安全に実施できるはずである。物理療法を行う上で大切なことは作用メカニズムを知り，治療仮説をたて正しく安全に使うことである。本稿ではカナダ理学療法士協会誌が発行しているレビュー（以下，レビュー）¹⁾を基に各種物理療法の禁忌事項について，その治療メカニズムとともに解説する。なお，レビューでは副作用のレベルは表1の通りであり，絶対禁忌は重度の副作用が生じる可能性があるもの，相対禁忌（注意）は中等度～軽度の副作用が生じる可能性があるものと定義されている。

Indications and contraindications for electrophysical agents

¹⁾ 関西福祉科学大学保健医療学部リハビリテーション学科
Mikiko UEMURA, PT, Ph.D: Department of Rehabilitation, Faculty of Health Science, Kansai University of Welfare Sciences

²⁾ 神戸大学大学院保健学研究科
Mikiko UEMURA, PT, Ph.D, Noriaki MAESHIGE, PT, Ph.D: Department of Rehabilitation Science, Kobe University Graduate School of Health Science

³⁾ 富山リハビリテーション医療福祉大学校
Masaharu SUGIMOTO, PT, MS: Toyama Rehabilitation Medical Health & Welfare College

⁴⁾ 奈良学園大学保健医療学部リハビリテーション学科
Yoshiyuki YOSHIKAWA, PT, Ph.D: Department of Rehabilitation, Faculty of Health Science, Naragaku University

表1 副作用のレベル

レベル	症状
軽度	発赤など治療を要さず自然治癒するレベル
中等度	熱傷など何らかの治療を要するレベル
重度	循環器障害など生命に関わるレベル

1. 低出力レーザー

関節炎に対する低出力レーザー療法にて、*in vivo* 実験にて炎症性サイトカインの産生を減少させたという報告や、顎関節症患者の疼痛を減少させたという報告がある^{2,3)}。レーザー波長により深達度は異なり、遠赤外線では皮膚表層まで、近赤外線では真皮、皮下組織まで到達する。顎関節症患者³⁾については対照試験ではなくプラセボ効果の否定は難しいため、その疼痛軽減メカニズムについては議論の余地がある。いずれにせよ、抗炎症作用を目的として照射する際は、目標部位に届く波長を選択する必要がある。また、レビューでは悪性腫瘍や出血部位には絶対禁忌として挙げられており、頭頸部癌細胞や血腫を増大させたという報告^{4,5)}もある。悪性腫瘍が疑われる部位や出血を伴う炎症部位への照射は避けるべきである。

2. 寒冷療法

寒冷療法は組織を冷却することで血管収縮に伴う血流低下による腫脹、浮腫の軽減や、A δ 線維の抑制により疼痛閾値を上昇させるなど、特に炎症を伴う損傷時に使用される。末梢血管障害患者ではさらなる血流低下を引き起こすため絶対禁忌となるが、末梢血管障害がなくとも皮膚温低下による凍傷には十分注意が必要である。皮膚温度が15度以下になると真皮から皮下組織にかけて組織障害が生じ、-4度以下になると不可逆的な損傷が生じる。大腿部へのアイスパック療法による20分後の皮膚温は10.2 \pm 3.5度になるという報告⁶⁾もあるが、損傷の有無は温度だけでなく時間にも依存するため、感覚障害の有無にかかわらず適宜皮膚の病態を確認することが大切である。

3. 温熱療法

温熱療法は寒冷療法とは逆に、血管透過性の亢進、血管拡張による血流増加作用を有する。血流増加に伴い、血管成分の漏出や炎症性サイトカインの増加による浮腫や炎症状態の増悪、腫瘍を成長させる危険性がある。そのため温熱療法では基本的に患者の悪性腫瘍や炎症部位では絶対禁忌となっている。また、温熱療法には真皮層までの効果を有するホットパック療法や赤外線療法と、皮下組織以下に作用する極超短波療法と超音波療法(1MHz)があり、それぞれ異なる禁忌事項を有するので本稿でも分けて解説する。

表在温熱療法では寒冷療法と同様、皮膚障害に注意すべきである。皮膚障害の発症は温度と時間に依存し、44度では6時間以上の接触で生じるが、51度以上であれば短時間(2~3分)の接触時間でも不可逆的な皮膚障害が生じる。また、ホットパックを使用する際には患部への圧力にも注意が必要である。温度、時間に加え圧力が加わることで皮膚に密着し熱伝導が亢進されたり、血管が虚脱し低酸素状態に陥ったりすることで低温熱傷が発症する(図1)。乾熱法と比べ湿熱法の方が熱伝導率は高く、通常、湿性ホットパックは約80度に加温されている。湿性ホットパックによる低温熱傷を生じた事例⁷⁾も報告されているため実施時間ならびに皮膚の発赤に注意しながら実施すべきである。レビューでは表在性温熱療法の絶対禁忌として循環障害のある部位があげられており、その根拠として健常男性に対する全身浴(深部温が39度になる温度で50分間の入浴)後、血液濃縮が生じたという報告⁸⁾が挙げられている。しかし、これは全身浴の作用であり、局所浴については論じられていない。末梢循環障害(Peripheral Artery Disease)に対する39度の足浴では運動療法と同程度の歩行距離の改善を認めたという報告⁹⁾もあり、循環障害を禁忌とするのではなく疾患と部位を見極めた上で実施の可否を

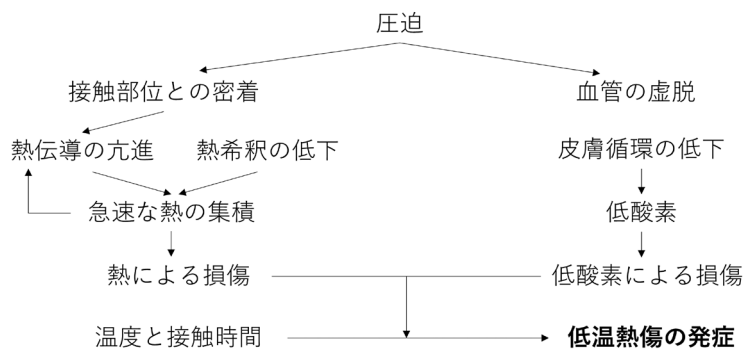


図1 低温熱傷の発症メカニズム

加温機器(ホットパック等)が皮膚に密着することで患部の熱が放散されにくくなり、また、血管虚脱による血流の低下により低温熱傷が生じる。低温熱傷を避けるためには温度だけでなく接触時間にも注意が必要である。

判断することが望ましい。

極超短波療法の温熱作用は組織によって異なり、これは誘電率と電気伝導率が関与している。誘電率とは発熱のしやすさであり、高ければ高いほど温熱の効果を得ることができ、水分子を多く含む組織では誘電率が高く、極超短波では血液、筋の順に高いので組織は加温されやすい。電気伝導率は伝導のしやすさを表しており、筋、脳、脂肪、骨の順に伝導率は高くなるため、伝導性の低い脂肪組織が多い部位では深部の組織にまで浸透しにくい。そのため、脂肪の厚い部位や肥満患者では表層の筋組織まで効果を発揮できない可能性が高い。超音波療法には大きく分けて連続モードとパルスモードがあり、温熱作用を目的とする際は連続モードを使用し、後述する非温熱作用を目的とする際は機械的刺激効果が高いパルスモードを使用する。なお、超音波療法ではコラーゲンが多い組織（腱や靭帯、関節包）では吸収係数が高く温熱効果が得られやすいが、極超短波とは異なり水分が多い組織は吸収係数が低いいため、目的とする組織により機器を選択する必要がある。

4. 超音波療法

超音波療法の非温熱作用として創傷治癒があり、中でも低出力超音波パルス（Low Intensity Pulsed Ultra Sound: LIPUS）は *in vivo* において20%パルスモード、1 MHz、0.14 W/cm²の刺激で挫滅した炎症性サイトカインおよび軸索伸長阻害因子を抑制し、坐骨神経の再生効果を有することが報告されている¹⁰⁾。レビューでは脊髄損傷や末梢神経、再生中の神経は相対禁忌となり、刺激条件によっては治療効果を得ることができる。ただし、本邦ではLIPUSは医師による骨折治療にのみ保険適用となるため現状では理学療法士の使用は難しい。一方で、慢性潰瘍等の治療に必要な軟部組織の再生に対しては、現行の機器でもパルスモードかつ低出力の刺激を行うことでその効果を得ることは可能である。また、絶対禁忌として悪性腫瘍があげられているが、0.84 MHzの刺激により乳癌細胞の生存率が低下したという報告¹¹⁾や直径数ミクロンの微小気泡を細胞に付着させた状態でパルス超音波を照射することにより癌細胞への薬剤浸透作用を高めるという報告¹²⁾があり、治療応用が期待されている。これらはいずれも非温熱作用によるものだが、レビューでは *in vivo* において転移を増加させたという報告も複数引用されているため、現時点では悪性腫瘍の存在が疑われる部位への照射は避けるべきである。

5. 電気刺激療法

経皮的電気刺激を行う際は皮膚の電気抵抗（インピーダンス）を考慮する必要がある。皮膚インピーダンスが減少すると電流が通電しやすくなり、不快感や熱傷は減少するため、可能な範囲でインピーダンスを減少させてから行うべきである。インピーダンスに影響を与える因子は表2の通りであり、電極貼付前の水洗浄、剃毛の実施や、日頃から皮膚の保湿に留意しておく必要があるが、刺激直前の保湿剤の塗布は避けるべきである。絶対禁忌として創傷部位もあげられているが、創部ではインピーダンスが変化するため創傷治癒以外の目的で行う場合は創部を挟んで電極を設置すべきではない。また、電極が小さいと電流密度（単位面積当たりの電流の強さ）が大きくなり、有害事象が発生する可能性があるため、電極の大きさを変える際は刺激強度も再考する。

電気刺激の絶対禁忌としてペースメーカーなどの電子機器の埋め込み部位、悪性腫瘍、てんかん患者の頭頸部に対する非専門家による実施等があげられている。ペースメーカー埋め込み患者については下肢に対する神経・筋電気刺激であれば心電図への影響は少なく¹³⁾、貼付部位には留意が必要ではあるが、心電計でモニタリングを行いながら電気刺激療法の安全を確認する。近年、悪性腫瘍患者の癌性疼痛に対して電気刺激による鎮痛効果について注目されている。オピオイド使用量が減少したという報告¹⁴⁾もあるが、システムティックレビューではその効果は十分に検証されていない¹⁵⁾。一般的に悪性腫瘍患者に対する電気刺激療法は禁忌とされているが、実は電気刺激による重篤な副作用は確認されていない。癌細胞そのものに対する電気刺激の効果は基礎研究でも検討されており、マウス扁平上皮癌に対する神経・筋電気刺激により細胞死の誘発ならびに腫瘍が減少したという報告¹⁶⁾もある。しかし、癌細胞は組織によってその性質には違いがあり電気刺激の効果について不明な点もあるため、安全性を考慮し悪性腫瘍の存在が疑われる部位は避けて実施すべきであろう。

次に、経頭蓋直流電気刺激（Transcranial Direct Current Stimulation; tDCS）について述べる。tDCSに

表2 インピーダンスを変化させる要因

低下させる要因	増加させる要因
発汗	皮膚の汚れ
皮膚の湿潤状態	皮脂
	体毛
	厚い角質層
	皮膚の乾燥
	壊死組織（創傷治癒を目的とする場合）

関して2019年に日本臨床神経生理学会が安全性に関するガイドライン¹⁷⁾を作成しており、そのガイドラインでは絶対禁忌は設定されていない。2021年の時点で頭痛など軽度の副作用の報告はあるが重大な副作用はない。最も起こりうる副作用として熱傷が挙げられているが、頭部(頭髪上)に電極を設置する時に、①電極が十分に密着するように生理食塩水を含ませたスポンジや導電ジェルを用いて電気密度、電気抵抗を下げること、②1回の刺激は30分以内とすること、③炎症、瘢痕部位を避けることで予防できると思われる。レビューでは絶対禁忌となっているが、てんかん患者に対する研究も行われており、2021年発行のシステマティックレビューでは有害事象なく発作頻度が低下したと報告されている¹⁸⁾。ただし、方法論が不十分な報告も含まれており、今後さらなる研究の発展が望まれる。

6. 磁気刺激療法

レビューでは経頭蓋磁気刺激(Transcranial Magnetic Stimulation; TMS)について言及されていないが、日本臨床神経生理学会のガイドライン¹⁹⁾では頭部に金属がある患者と心臓ペースメーカーの埋め込み患者が絶対禁忌とされており、磁気刺激の性質を考えると実施すべきではない。相対禁忌としててんかん患者があげられているが、そもそも、てんかんは神経細胞に過剰な興奮が起こることで興奮性シグナルと抑制性シグナルが不均衡となり生じる。低頻度磁気刺激は神経活動を抑制するといわれており、理論的には神経の過剰な興奮性シグナルを抑制することで、てんかん発作を抑制できる可能性がある。実際にTMSの抗てんかん作用について多数研究が行われており、2020年のガイドラインでは推奨度Cとされている²⁰⁾が、tDCSと同様に質の高いRCTが少なく、てんかんの種類、コイルの形状の違いなども影響するため今後の研究の発展が望まれる。また、骨盤底筋

群に対するTMSはストレス性尿失禁女性についてもその効果が検討されており、有害事象なく尿失禁重症度およびうつ症状を改善したという報告^{21,22)}があるが、現時点で体系的に分析した報告はなく、その効果と副作用については不明点もある。日本でも過活動膀胱を患う成人女性に対しては保険適応が認められており、座面にコイルが内蔵され椅子座位で骨盤底筋群を刺激できる装置が開発されている。

テーラーメイド物理療法の実践

現在、ガイドラインに基づいた標準的医療が行われているが、同じ疾患であっても個々の生理的状態、病因状態にあわせて医療を行う「テーラーメイド(個別化)医療」の必要性が提言され続けている。より効果的で安全な物理療法を行うために、この考えに則り、年齢、皮膚の状態、骨格筋量、皮下組織の状態などに合わせて刺激条件を設定する、テーラーメイド物理療法を実施すべきである。例えば、下肢への電気刺激療法は臨床現場でもよく実施されているが、皮下組織の影響について考慮しているだろうか? 図2は健常成人の大腿部の超音波画像である。男女間では皮下組織の厚みが違うため表皮から筋層への距離や電気抵抗は異なってくるが、皮下組織の厚みを考慮して電極配置の設定を行っているだろうか? 物理療法は実施に複雑な手技を必要としないため、“条件設定が十分であれば”誰が実施しても同様の効果を得ることができる。この条件には身体組成や病態生理も含まれるため、同一疾患であっても同じような効果が得られるとは限らない。また、医療行為は安全であることが第一であるため、効果を追求するあまり副作用を見落とすようなことがあってはならない。各物理療法の絶対禁忌、相対禁忌を理解し、論文を批判的吟味し、個々の病態、身体状況に合わせて物理療法を適用することで安全で効果的な物理療法を実施することができる。

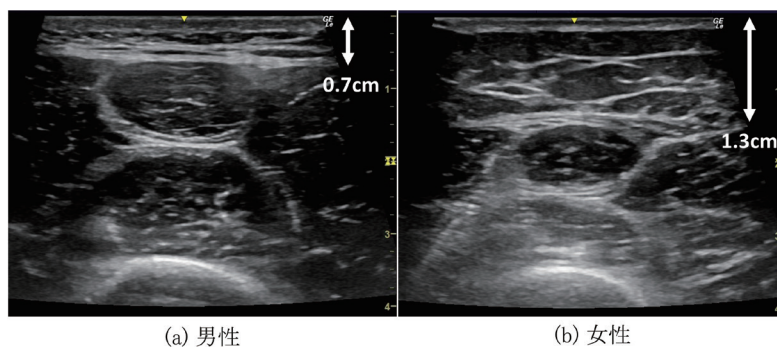


図2 皮下組織の違い

健常成人の大腿前面の超音波画像。男性(a)と比べ、女性(b)の方が皮下組織が厚く(約2倍)、筋層までの距離が長いことがわかる。

はじめに述べた通り、物理療法は生体の細胞や器官に影響を与えることができる理学療法手段である。近年、様々な物理療法機器を用いた研究が行われており、新たな知見が得られている。医療の世界は日進月歩であり、我々医療従事者は常に自身の知識をアップデートして患者へ還元していく責務がある一方で、論文の意図を正しく読み取れなければ不利益が生じる危険性もある。In vivo, in vitro の研究において有害事象が確認された場合はその条件を生体に当てはめるべきではないが、有効性が確認された場合でも安易に適用すべきではない。動物、細胞を用いた実験はメカニズムの解明、理解には不可欠であり、これらの研究で有効性が検証されなければ生体で効能が得られることは難しい。しかしながら、実際に臨床適用するには実験動物や細胞と生体の違いを念頭に置き、刺激条件を考慮しなければならない。今一度、自身が使用している物理療法の治療メカニズムについて理解を深め、最大限その効果を引き出せる条件設定を熟考し、患者の個性に合わせて物理療法を適切に使用できれば、より質の高いリハビリテーション医療を提供でき、患者のQOL向上に寄与できるだろう。

文献

- 1) Canadian Physiotherapy Association: ELECTROPHYSICAL AGENTS- Contraindications and precautions: An evidence-based approach to clinical decision making in physical therapy. *Physiother Can*, 62 (5) : 1-80, 2010.
- 2) Alves AC, Vieira R, Leal-Junior E, et al.: Effect of low-level laser therapy on the expression of inflammatory mediators and on neutrophils and macrophages in acute joint inflammation. *Arthritis Res Ther*, 15 (5) : R116, 2013.
- 3) Basili M, Barlattani Jr A, Venditti A, et al.: Low-level laser therapy in the treatment of musculoskeletal pain in patients affected by temporomandibular disorders. *Oral Implantol (Rome)*, 10 (4) : 406-411, 2017.
- 4) Bamps M, Dok R, Nuyts S: Low-level laser therapy stimulates proliferation in head and neck squamous cell carcinoma cells. *Front Oncol*, 8: 343, 2018.
- 5) Liu X, Lyon R, Meier HT, et al.: Effect of lower-level laser therapy on rabbit tibial fracture. *Photomed Laser Surg*, 25 (6) : 487-494, 2007.
- 6) Kanlayanaphotporn R, Janwantanakul P: Comparison of skin surface temperature during the application of various cryotherapy modalities. *Arch Phys Med Rehabil*, 86 (7) : 1411-1415, 2005.
- 7) 公益社団法人 日本医療機能評価機構：ホットパック使用時の熱傷。医療事故情報収取等事業 医療安全情報, 137, 2018.
- 8) Boldt LH, Fraszl W, Rucker L, et al.: Changes in the haemostatic system after thermoneutral and hyperthermic water immersion. *Eur J Appl Physiol*, 102 (5) : 547-554, 2008.
- 9) Akerman AP, Thomas KT, Rij AM, et al.: Heat therapy vs. supervised exercise therapy for peripheral arterial disease: a 12-wk randomized, controlled trial. *Am J Physiol Heart Circ Physiol*, 316 (6) : H1495-H1506, 2019.
- 10) Ito A, Wang T, Nakahara R, et al.: Ultrasound therapy with optimal intensity facilitates peripheral nerve regeneration in rats through suppression of pro-inflammatory and nerve growth inhibitor gene expression. *PLoS One*, 15 (6) : e0234691, 2020.
- 11) Jia Y, Yuan W, Zhang K, et al.: Comparison of cell membrane damage induced by the therapeutic ultrasound on human breast cancer MCF-7 and MCF-7/ADR cells. *Ultrason Sonochem*, 26: 128-135, 2015.
- 12) Tharkar P, Varansai R, Wong WSF, et al.: Nano-enhanced drug delivery and therapeutic ultrasound for cancer treatment and beyond. *Front Bioeng Biotechnol*, 7: 324, 2019.
- 13) Kamiya K, Satoh A, Niwano S, et al.: Safety of neuromuscular electrical stimulation in patients implanted with cardioverter defibrillators. *J Electrocardiol*, 49 (1) : 99-101, 2016.
- 14) 井上順一朗, 小野 玲, 牧浦大祐・他：がん性疼痛に対する経皮的電気刺激治療（TENS）の効果の検討。日本理学療法士協会平成 27 年度研究助成報告書, 2016.
- 15) Püsküllüoğlu M, Tomaszewski KA, Wojewoda AG, et al.: Effects of transcutaneous electrical nerve stimulation on pain and chemotherapy-induced peripheral neuropathy in cancer patients: A systematic review. *Medicine (Kaunas)*, 58 (2) : 284, 2022.
- 16) Linkov G, Branski RC, Amin M, et al.: Murine model of neuromuscular electrical stimulation on squamous cell carcinoma: Potential implications for dysphagia therapy. *Head Neck*, 34 (10) : 1428-1233, 2012.
- 17) 日本臨床神経生理学会 脳刺激法に関する小委員会, 低強度経頭蓋電気刺激の安全性に関するガイドライン (2019 年度作成版), 臨床神経生理学,

- 49 (2) : 109-113, 2021.
- 18) Oliveira RS, Barbosa MZ, Souza ST, et al.: Transcranial direct current stimulation (tDCS) in the management of epilepsy: A systematic review. *Seizure*, 86: 85-95, 2021.
- 19) 日本臨床神経生理学会 脳刺激法に関する小委員会：磁気刺激法の安全性に関するガイドライン（2019年版），*臨床神経生理学*，47 (2) : 126-130, 2019.
- 20) Lefaucheur JP, Aleman A, Baeken C, et al.: Evidence-based guidelines on the therapeutic use of repetitive transcranial magnetic stimulation (rTMS): An update. *Clin Neurophysiol*, 131 (2) : 474-528, 2020.
- 21) Rejek MW, Radzimska A, Straczynska A, et al.: A randomized-controlled trial pilot study examining the effect of extracorporeal magnetic innervation in the treatment of stress urinary incontinence in women. *Clin Interv Aging*, 13: 2473-2480, 2018.
- 22) Lim R, Lee SWH, Tan PY, et al.: Efficacy of electromagnetic therapy for urinary incontinence: A systematic review. *Neurourol Urodyn*, 34 (8) : 713-722, 2015.