

Sat. Nov 28, 2020

## 第7会場

シンポジウム

### シンポジウム18 片麻痺の歩行障害の運動学的理解と歩行訓練

座長:出江 紳一(東北大学大学院 医工学研究科)、加賀谷 齊(藤田医科大学医学部リハビリテーション医学I講座)

8:30 AM - 10:00 AM 第7会場 (2F J)

#### [SP18-1] 三次元トレッドミル歩行分析による片麻痺の歩行障害

○加賀谷齊, 谷川広樹, 向野雅彦 (藤田医科大学 医学部 リハビリテーション医学I講座)

#### [SP18-2] 関節の硬さから考える片麻痺患者の歩行再建

○関口雄介<sup>1,2</sup>, 大脇大<sup>3</sup>, 本田啓太<sup>1,2</sup>, 出江紳一<sup>2,4</sup> (1.東北大学病院 リハビリテーション部, 2.東北大学大学院 医学系研究科 肢体不自由学分野, 3.東北大学大学院 工学研究科 ロボティクス専攻, 4.東北大学大学院 医工学研究科 リハビリテーション医工学分野)

#### [SP18-3] 運動学および神経生理学的評価に基づく歩行訓練の展開

○脇田正徳 (関西医科大学香里病院 関医デイケアセンター・香里)

#### [SP18-4] 片麻痺患者の歩行の運動学的理解に基づくモデルベーストリハビリテーション

○大脇大<sup>1</sup>, 関口雄介<sup>2</sup>, 本田啓太<sup>2</sup>, 出江紳一<sup>2,3</sup> (1.東北大学 工学研究科 ロボティクス専攻, 2.東北大学 医学系研究科, 3.東北大学 医工学研究科)

## 第5会場

シンポジウム

### シンポジウム19 TMSを用いた神経生理学的研究と精神科領域への臨床応用

座長:鬼頭 伸輔(国立研究開発法人 国立精神・神経医療研究センター病院)、野田 賀大(慶應義塾大学医学部精神・神経科学教室)

10:20 AM - 11:50 AM 第5会場 (1F C-2)

#### [SP19-1] 神経精神疾患における TMSを用いた臨床研究

○高橋隼 (和歌山県立医科大学 医学部 神経精神医学教室)

#### [SP19-2] うつ病に対する反復経頭蓋磁気刺激 (rTMS) の治療研究

○松田勇紀<sup>1</sup>, 鬼頭伸輔<sup>1,2</sup> (1.東京慈恵会医科大学 精神医学講座, 2.国立研究開発法人 国立精神・神経医療研究センター病院)

#### [SP19-3] TMS-EEG計測による脳ダイナミクスのプローブ手法の提案

○北城圭一<sup>1,2</sup> (1.自然科学研究機構 生理学研究所 システム脳科学研究領域 神経ダイナミクス研究部門, 2.理化学研究所 脳神経科学研究センター CBS-トヨタ連携センター 脳リズム情報処理連携ユニット)

#### [SP19-4] TMSを用いた神経生理学的研究と精神科領域への臨床応用

○野田賀大 (慶應義塾大学 医学部 精神・神経科学教室)

## 第6会場

シンポジウム

### シンポジウム20 脳神経外科手術におけるモニタリングとマッピング

座長:佐々木 達也(東北医科薬科大学 脳神経外科)、後藤 哲哉(聖マリアンナ医科大学脳神経外科)

1:30 PM - 3:00 PM 第6会場 (2F I)

#### [SP20-1] 脳神経外科手術におけるモニタリングとマッピング: 体性感覚誘発電位

○後藤哲哉, 田中雄一郎 (聖マリアンナ医科大学脳神経外科)

#### [SP20-2] 脳神経外科手術におけるモニタリングとマッピング運動誘発電位の有用性と最近の話題

○本山靖<sup>1</sup>, 高谷恒範<sup>2</sup>, 高村慶旭<sup>1</sup>, 竹島靖浩<sup>1</sup>, 松田良介<sup>1</sup>, 田村健太郎<sup>1</sup>, 西村文彦<sup>1</sup>, 中川一郎<sup>1</sup>, 朴永銖<sup>1</sup>, 川口昌彦<sup>3</sup>, 中瀬裕之<sup>1</sup> (1.奈良県立医科大学 脳神経外科, 2.奈良県立医科大学 中央手術部, 3.奈良県立医科大学 麻酔科)

#### [SP20-3] 術中 VEPモニタリングの有用性と限界

○佐々木達也 (東北医科薬科大学 脳神経外科)

#### [SP20-4] 脳神経減圧術中のモニタリング

○福多真史<sup>1</sup>, 増田浩<sup>1</sup>, 白水洋史<sup>1</sup>, 伊藤陽祐<sup>1</sup>, 藤井幸彦<sup>2</sup> (1.国立病院機構 西新潟中央病院 脳神経外科, 2.新潟大学 脳研究所 脳神経外科)

#### [SP20-5] 皮質脳波記録

○藤井正美, 長綱敏和, 長光逸, 金子奈津江, 安田浩章, 浦川学, 山下哲男 (山口県立総合医療センター 脳神経外科)

## 第5会場

シンポジウム

### シンポジウム21 作業療法学と臨床神経生理学の融合

座長:石井 良平(大阪府立大学大学院総合リハビリテーション学研究所 臨床支援系領域)、稲富 宏之(京都大学大学院医学研究科 人間健康科学系専攻)

3:20 PM - 4:50 PM 第5会場 (1F C-2)

#### [SP21-1] 作業療法の未来

○内藤泰男<sup>1</sup>, 上田将也<sup>1,2</sup>, 稲本尊<sup>1</sup>, 上野慶太<sup>1,3</sup>, 由利拓真<sup>3</sup>,  
石井良平<sup>1,4</sup> (1.大阪府立大学大学院総合リハビリ  
テーション学研究科, 2.京都大学医学部附属病院, 3.大阪  
府立大学地域保健学域総合リハビリテーション学類,  
4.大阪大学大学院医学系研究科精神医学)

[SP21-2] 精神科リハビリテーションのための fNIRS基礎研究

○菊地千一郎<sup>1</sup>, 西沢祐亮<sup>1</sup>, 土屋謙仕<sup>1</sup>, 下田佳央莉<sup>1</sup>, 平尾一  
樹<sup>1</sup>, 玉井秀明<sup>2</sup>, 三分一史和<sup>3</sup>, 西多昌規<sup>4</sup> (1.群馬大学大学  
院 保健学研究科 リハビリテーション学講座, 2.帝京平  
成大学ヒューマンケア学部鍼灸学科, 3.統計数理研究所モ  
デリング研究系, 4.早稲田大学スポーツ科学学術院)

[SP21-3] 手工芸活動中の脳波と自律神経機能の変化：作業  
療法の有効性に関するエビデンス

○白岩圭悟, 山田純栄, 西田百合香, 十一元三 (京都大学大  
学院 医学研究科 人間健康科学系専攻)

[SP21-4] がん・認知症に対する Virtual Realityを活用した非  
薬物的アプローチの可能性

○仁木一順<sup>1,2</sup> (1.大阪大学大学院 薬学研究科, 2.市立芦  
屋病院 薬剤科)

[SP21-5] 報酬と行動練習

○鈴木誠 (東京家政大学 健康科学部 リハビリ  
テーション学科)

[SP21-6] 作業療法と臨床神経生理学

○吉村匡史 (関西医科大学精神神経科学教室)

シンポジウム

## シンポジウム18 片麻痺の歩行障害の運動学的理解と歩行訓練

座長:出江 紳一(東北大学大学院 医工学研究科)、加賀谷 齊(藤田医科大学医学部リハビリテーション医学I講座)

Sat. Nov 28, 2020 8:30 AM - 10:00 AM 第7会場 (2F J)

片麻痺者の歩行再建を最新の科学的知見に基づいて再考するために本シンポジウムを企画した。歩容の定量的記述、関節硬さに注目した機器や訓練、逸脱運動と治療目標の同定、モデルに基づく個別化歩行再建の講演から新しいアイデアが生まれることを期待する。

### [SP18-1] 三次元トレッドミル歩行分析による片麻痺の歩行障害

○加賀谷齊, 谷川広樹, 向野雅彦 (藤田医科大学 医学部 リハビリテーション医学I講座)

### [SP18-2] 関節の硬さから考える片麻痺患者の歩行再建

○関口雄介<sup>1,2</sup>, 大脇大<sup>3</sup>, 本田啓太<sup>1,2</sup>, 出江紳一<sup>2,4</sup> (1.東北大学病院 リハビリテーション部, 2.東北大学大学院 医学系研究科 肢体不自由学分野, 3.東北大学大学院 工学研究科 ロボティクス専攻, 4.東北大学大学院 医工学研究科 リハビリテーション医工学分野)

### [SP18-3] 運動学および神経生理学的評価に基づく歩行訓練の展開

○脇田正徳 (関西医科大学香里病院 関医デイケアセンター・香里)

### [SP18-4] 片麻痺患者の歩行の運動学的理解に基づくモデルベーストリハビリテーション

○大脇大<sup>1</sup>, 関口雄介<sup>2</sup>, 本田啓太<sup>2</sup>, 出江紳一<sup>2,3</sup> (1.東北大学 工学研究科 ロボティクス専攻, 2.東北大学 医学系研究科, 3.東北大学 医工学研究科)

(Sat. Nov 28, 2020 8:30 AM - 10:00 AM 第7会場)

**[SP18-1] 三次元トレッドミル歩行分析による片麻痺の歩行障害**

○加賀谷齊, 谷川広樹, 向野雅彦 (藤田医科大学 医学部 リハビリテーション医学I講座)

歩行分析には視診, 運動学的分析, 運動力学的分析, 動作筋電図分析, 運動生理学的分析などがあり, 最も行われているのは現在でも視診である。しかし, 視診では評価者による一致率は高くなく主観的評価になりがちである。われわれは三次元トレッドミルを用いた運動学的な歩行分析を日常臨床に用いている。トレッドミル歩行分析は省スペースで多数歩を用意に計測可能であり, 手すりやハーネスなどの安全装置も併用が容易であるという利点がある。われわれのトレッドミル歩行分析では通常, カラーマーカを両側の肩峰, 股関節, 膝関節, 足関節外果, 第5中足骨頭に装着する。そして, 視覚的に理解しやすいリサージュ図形を用いることで, 一般に解釈が難解といわれる歩行分析結果をわかりやすく提示している。リサージュ図形とは互いに直角方向に振動する2つの単振運動を合成した図形であり, リサージュ図形を複数組み合わせたりリサージュ概観図 (Lissajous Overview Picture; LOP) を用いて, 歩行パターンを1枚の紙に提示できる。LOPでは各マーカの動きが図示されるので, 左右, また健康人のリサージュ図形と比較することで, 異常歩行が視覚的に確認可能である。また, 前足部設置, 急激な膝の伸展, 膝屈曲位歩行, 骨盤後退, 内側ホイップ, 分回し歩行, 外旋歩行, 骨盤挙上, 骨盤後傾, 反対側への体幹の過度な側方移動, 膝屈曲不全, 反対側の伸び上がりの12の指標値を偏差値に変換しレーダーチャートで表示することで, 歩行障害を客観的に捉えている。また, 近年痙縮に対してボツリヌス療法が行われるようになってきている。痙縮は modified Ashworth Scale (MAS) で評価されることが多いが, MASで評価可能なのは安静時の痙縮であり, ボツリヌス療法により動作がどのように変化したかは評価できない。われわれは, 痙縮を持つ患者の歩行時の足部内反, 肘関節屈曲について, 三次元トレッドミル歩行分析評価を経時的に行った。その結果, 安静時の痙縮と動作時の痙縮が必ずしも一致せず, 両者の評価が必要であることも明らかとなった。以上のように, 三次元トレッドミル歩行分析は片麻痺の歩行障害を理解するのに有用であり, 客観的な評価を行うことが治療に結びつくと考えている。

(Sat. Nov 28, 2020 8:30 AM - 10:00 AM 第7会場)

**[SP18-2] 関節の硬さから考える片麻痺患者の歩行再建**○関口雄介<sup>1,2</sup>, 大脇大<sup>3</sup>, 本田啓太<sup>1,2</sup>, 出江紳一<sup>2,4</sup> (1.東北大学病院 リハビリテーション部, 2.東北大学大学院 医学系研究科 肢体不自由学分野, 3.東北大学大学院 工学研究科 ロボティクス専攻, 4.東北大学大学院 医工学研究科 リハビリテーション医工学分野)

関節の硬さは従来、走行や歩行などの動作解析の研究結果から、スポーツ領域において、その重要性が認識されていた。歩行や走行時、接地前に足関節底屈筋の活動により足関節を硬くさせた状態で接地時に足関節を固定若しくは背屈させ、離地時に底屈する。接地時に硬くなった足関節底屈筋の筋腱複合組織が伸張され、バネのように弾性エネルギーが貯蓄され、底屈時にその弾性エネルギーが運動エネルギーに変換される。このような足関節の硬さを介した弾性エネルギーの利用は、歩行時の良好なエネルギー効率の一役を担っていると考えられている。一般的に片麻痺患者の足関節は、拘縮や痙縮の影響により硬くなる。このような足関節の硬さは歩行パフォーマンスの向上のため治療すべき対象として、ボツリヌス療法を代表とする医学的治療が行われてきた。先行研究より健康者の足関節の硬さは歩行パフォーマンスにとって重要と考えられるが、片麻痺患者の歩行中における足関節の硬さの特性や歩行パフォーマンスとの関係は不明であり、歩行再建のため足関節の硬さをどのように治療するかは議論の余地があった。

我々は片麻痺患者の歩行中の足関節の硬さに関する研究を、3次元動作解析装置を用いて行ってきた。結果として、片麻痺患者の歩行時の麻痺側足関節の硬さと足関節底屈方向の力発揮及び歩行速度との関連を認めた (Sekiguchi et al., Clin Biomech 2012)。更に片麻痺患者における歩行時の麻痺側足関節の硬さは、立脚中期に低下し、低下した腓腹筋の筋活動や足関節底屈筋と背屈筋の共同収縮と関連することを明らかにした (Sekiguchi et al., Gait Posture 2015, Gait Posture 2018)。

このような結果を基に歩行中における麻痺側足関節の硬さに対して、東北大学工学部の大脇大氏とともに開発した機器を用いて再建を試みてきた。足関節の硬さを生成するカムバネ機構を用いた足関節装具や音による足底圧フィードバック装置を開発し、これらの機器を使用した際に片麻痺患者における歩行中の麻痺側足関節底屈方向の力発揮の増大を認めている（Sekiguchi et al., Gait Posture 2020; Owaki et al., Neural Plast 2016）。更にスポーツ領域で行われている Stretch Shortening Cycle の概念を取り入れた、足関節の硬さに対する新規のトレーニング方法を考案し、片麻痺患者の歩行への効果の検証も行っている。本講演では、これらの研究結果を紹介する予定である。

(Sat. Nov 28, 2020 8:30 AM - 10:00 AM 第7会場)

## [SP18-3] 運動学および神経生理学的評価に基づく歩行訓練の展開

○脇田正徳（関西医科大学香里病院 関医デイケアセンター・香里）

脳卒中の歩行リハビリテーションでは、片麻痺者の移動能力の安全性、安定性、効率性を最大限に高めることを目標としている。そのためには、麻痺側下肢への集中的トレーニングにより機能回復を促し、非麻痺側下肢での代償を適切に管理することが重要となる。エネルギー効率の良い歩行を獲得するためには、左右下肢で生成される制動力と推進力を制御しながら、円滑に体重の受け継ぎ（step-to-step transition）を行うことが求められる。この両脚支持期の制御をいかに改善できるかが、片麻痺歩行の治療効果の決定因子になると考えられる。麻痺側下肢の制御に着目すると、荷重応答期では制動力による重心の減速と上方への方向付けが行われるため、続く単脚支持期の倒立振り運動の形成にとって重要な歩行相となる。また、立脚後期に前方推進力が十分に生成されることにより、前遊脚期において重心の前方加速と上方への方向付けが行われ、速やかな抜重によって遊脚期の二重振り運動が生じるようになる。片麻痺歩行で認められるこれらの制御の異常は、両脚支持期の延長、歩幅の低下、歩行速度・持久力の低下、非麻痺側下肢への代償を強める要因となり、原因を評価してトレーニング方法を決定することが必要である。

評価にあたっては、歩行観察に基づいて逸脱運動を同定し、それが歩行制御における本質的な問題になっているかどうかを判別し、トレーニング方法を決定する手続きがとられる。しかしながら、歩行の連続運動では、各歩行相での逸脱運動が異なる歩行相にも影響するため、ある歩行相で認めた問題が麻痺側での制御の問題か、他の歩行相からの影響か、または代償的に管理しているのかを判定するのに難渋することが多い。また、問題点が複数の歩行相で生じているケースも多い。それぞれの原因によってトレーニング方法も変わるため、歩行の問題点を抽出し、どのようなトレーニング方法を選択するべきかを科学的根拠に基づいて展開することが歩行リハビリテーションの課題と考えられる。臨床的には、仮説検証を行いながら問題点のスクリーニングを行うことが多いと思われる。例えば、歩行条件を変えた場合（歩き方の教示、装具等の使用）の制御の差異を観察することで、問題点を把握できる場合も多い。また、表面筋電図を用いた神経生理学的評価も、運動学的指標だけでは捉えられない神経制御の側面を解釈する上で有用と考えられる。

本シンポジウムでは、歩行運動学および神経生理学的評価に基づいた片麻痺歩行のトレーニングについて、我々が取り組んでいる内容を発表する。

(Sat. Nov 28, 2020 8:30 AM - 10:00 AM 第7会場)

## [SP18-4] 片麻痺患者の歩行の運動学的理解に基づくモデルベーストリハビリテーション

○大脇大<sup>1</sup>, 関口雄介<sup>2</sup>, 本田啓太<sup>2</sup>, 出江紳一<sup>2,3</sup> (1.東北大学 工学研究科 ロボティクス専攻, 2.東北大学 医学系研究科, 3.東北大学 医工学研究科)

Walking rehabilitation for stroke patients with gait disorders is challenging and is of great social importance, potentially resulting in improving the quality of life (QOL). However, a Cochrane review (Mehrholz, 2017) reported that only the walking velocity and endurance increased on treadmill training, while independent ambulation, a major factor associated with improvement in QOL, did not increase.

A recently identified factor that prevents improvements on rehabilitation is "individuality", i.e., gait differences between patients that depend on the affected brain area, stroke severity, and remaining functions. Furthermore, a clear causal link between neurological factors and gait disorders remains unknown. Thus, individuality results in ad-hoc, qualitative, and subjective diagnoses based on the knowledge and experience of each doctor or physical therapist. Consequently, the treatments and interventions are chosen heuristically based on the time limitations and inpatient days in the hospital, leading to insufficient rehabilitation.

To overcome the issues, we now aim to establish a quantitative and accurate walking diagnosis system that enables evaluation of walking individuality in patients. In this presentation, we would like to introduce our approaches for model-based rehabilitation based on biomechanics in stroke patients walking.

シンポジウム

## シンポジウム19 TMSを用いた神経生理学的研究と精神科領域への臨床応用

座長: 鬼頭 伸輔(国立研究開発法人 国立精神・神経医療研究センター病院)、野田 賀大(慶應義塾大学医学部精神・神経科学教室)

Sat. Nov 28, 2020 10:20 AM - 11:50 AM 第5会場 (1F C-2)

本シンポジウムでは、うつ病をはじめとした精神疾患に対するrTMS臨床研究（前半2演題）および健常者から精神疾患患者におけるTMS-EEG神経生理研究による脳ダイナミクスの解明に向けた取り組み（後半2演題）について紹介し、生理学的観点から討論したい。

### [SP19-1] 神経精神疾患における TMSを用いた臨床研究

○高橋隼 (和歌山県立医科大学 医学部 神経精神医学教室)

### [SP19-2] うつ病に対する反復経頭蓋磁気刺激 (rTMS) の治療研究

○松田勇紀<sup>1</sup>, 鬼頭伸輔<sup>1,2</sup> (1.東京慈恵会医科大学 精神医学講座, 2.国立研究開発法人 国立精神・神経医療研究センター病院)

### [SP19-3] TMS-EEG計測による脳ダイナミクスのプローブ手法の提案

○北城圭一<sup>1,2</sup> (1.自然科学研究機構 生理学研究所 システム脳科学研究領域 神経ダイナミクス研究部門, 2.理化学研究所 脳神経科学研究センター CBS-トヨタ連携センター 脳リズム情報処理連携ユニット)

### [SP19-4] TMSを用いた神経生理学的研究と精神科領域への臨床応用

○野田賀大 (慶應義塾大学 医学部 精神・神経科学教室)

---

(Sat. Nov 28, 2020 10:20 AM - 11:50 AM 第5会場)

## [SP19-1] 神経精神疾患における TMSを用いた臨床研究

○高橋隼 (和歌山県立医科大学 医学部 神経精神医学教室)

経頭蓋磁気刺激 (TMS) はその低侵襲な脳刺激作用を筋電図や機能イメージングと組み合わせることで神経生理学的研究に利用されている。TMSを応用した神経生理学的手法には皮質興奮性を制御する神経伝達物質の機能との関連が示唆されているものがあり、統合失調症や認知症などにおいて病態研究や治療効果指標に利用されている。これまでに当教室では、GABA/グルタミン酸機能を評価する2連発経頭蓋磁気刺激 (ppTMS) やアセチルコリン機能を評価する短潜時求心性抑制 (SAI) を用い、発症早期の統合失調症群における皮質内抑制の減弱と作動記憶の障害の有意な相関 (Takahashi 2013) や統合失調症群における SAIの有意な減弱を報告してきた (Shoyama 2013)。repetitive TMSと near-infrared spectroscopyの同時測定では、健常者において上側頭回領域を低頻度 rTMS中の前頭部の酸化ヘモグロビン値の低下を計測した (高橋 2015)。2019年6月に難治性うつ病に対する rTMS治療が保険収載され、今後は病態研究だけではなく rTMSの治療研究のますますの発展が期待される。当教室では2020年10月に保険治療が可能な rTMS機器 (Neurostar) が病棟に設置され、本発表の後半では rTMS機器の導入や運用の実際についても言及したい。なお、本演題で発表する研究は実施施設の倫理委員会の承認を得て実施されている。

---

(Sat. Nov 28, 2020 10:20 AM - 11:50 AM 第5会場)

## [SP19-2] うつ病に対する反復経頭蓋磁気刺激 (rTMS) の治療研究

○松田勇紀<sup>1</sup>, 鬼頭伸輔<sup>1,2</sup> (1.東京慈恵会医科大学 精神医学講座, 2.国立研究開発法人 国立精神・神経医療研究センター病院)

日本では、2017年9月に薬物療法に反応しないうつ病患者に対する新規治療法として rTMS療法が承認され、2018年4月に適正使用指針が公表された。さらに、2019年6月に保険収載され、本格的に日本においてうつ病に対する rTMS療法が始まった。これらのことから rTMS療法はうつ病診療において非常に注目されている。しかし、日本において rTMS療法の臨床研究は諸外国と比べて少ない。本シンポジウムでは、演者らが実施している臨床研究について紹介する。当施設では、保険診療でのうつ病に対する rTMS療法の前向き観察研究を実施している。rTMS療法を受ける患者は、開始前後で各種うつ病評価スケール (HAMD、MADRS、YMRS、QIDS、PHQ-9)、THINC-itを用いた認知機能の評価、脳画像検査、脳波、近赤外線スペクトロスコピーの記録を行っている。また、薬物療法に反応しない双極性うつ病を対象としたランダム化二重盲検偽刺激対照比較試験を実施している。本研究は、右前頭前野に対して低頻度刺激を週5日、4週間行い、その後28週の観察期間を設け、rTMS療法の有効性と安全性を検証し、双極性うつ病への適応拡大を目指している。既に論文として公表されている研究として、治療抵抗性うつ病に対して標準的な刺激プロトコールである37.5分と時間を短縮した18.75分の有用性について検討したランダム化比較試験 (Kito et al., 2019)、治療抵抗性うつ病に対して次世代の治療機器である deep TMSを用いて有効性と安全性を検討したランダム化二重盲検偽刺激対照比較試験 (Matsuda et al., 2020) の結果についても報告する。本シンポジウムでは、これらの臨床研究を通して今後のうつ病に対する rTMS療法の臨床研究の課題と展望について考察する。なお、本シンポジウムで紹介する臨床研究は、倫理委員会あるいは認定臨床研究審査委員会の承認を得て、適宜、それぞれの患者本人から、事前に文書および口頭にて十分に説明を行ったうえで、文書による同意を得ている。

---

(Sat. Nov 28, 2020 10:20 AM - 11:50 AM 第5会場)

## [SP19-3] TMS-EEG計測による脳ダイナミクスのプローブ手法の提案

○北城圭一<sup>1,2</sup> (1.自然科学研究機構 生理学研究所 システム脳科学研究領域 神経ダイナミクス研究部門, 2.理化学研究所 脳神経科学研究センター CBS-トヨタ連携センター 脳リズム情報処理連携ユニット)

ヒトの脳活動は多様な非線形ダイナミクスをみせる。特に振動、同期、ノイズ誘起ダイナミクス等は、さまざまな脳機能、脳情報処理の基盤メカニズムとして利用されていることを示唆する先行研究が数多く報告されている。通常、さまざまな課題時の脳波データを計測、解析、定量化することで脳ダイナミクスと脳機能との関連、脳情報処理機構の解明が試みられてきた。

いっぽう、安静時自発活動ダイナミクスの計測と解析も最近盛んに行われており、さまざまな精神・神経疾患の病態と自発活動ダイナミクスの変容との関連が盛んに報告されている。我々の研究グループも脳卒中、自閉症傾向等の病態や個人特性に関して、同期、振動等の脳ダイナミクスに注目した研究報告をこれまで行ってきた。自発活動ダイナミクスは誘発活動ダイナミクスに比べて、患者への負担をより少なく計測が可能という利点があり、今後さらにサロゲートバイオマーカーとしての応用展開も期待できる。

一方で、物理システムの特性を知るためには、従来より、外部から摂動を与えることにより、インパルス応答等を調べることが行われてきた。より具体的には、物理システムに外部刺激を印加し、その応答によりシステムの内部状態、ダイナミクス特性をプローブするということである。外部刺激に対するシステムの応答の共鳴周波数やその時間変化等を調べることで、外部刺激を印加せずには知ることができないシステムの性質を知ることが条件によっては可能である。

これに関して、近年、ヒト脳研究においても、脳に比較的シンプルな外部刺激を印加したときの脳波応答をみることで、脳の内部状態や隠されているダイナミクスを定量化するということが行われ始めている。我々の研究グループは、特に、TMS（経頭蓋磁気刺激）で脳に摂動を与えて、脳波同時計測により脳波ダイナミクスを定量化する研究を行ってきた。脳システムに摂動を与えて内部状態やダイナミクス特性をプローブするというアイデアに基づいた研究である。このような我々のグループの一連の研究成果を総括して、特に柔軟な脳情報処理のために必要な脳ダイナミクスの特性としてのメタスタビリティに着目した脳ダイナミクスのプローブ手法の精神神経疾患研究への展開可能性について報告し、議論を行いたい。

(Sat. Nov 28, 2020 10:20 AM - 11:50 AM 第5会場)

## [SP19-4] TMSを用いた神経生理学的研究と精神科領域への臨床応用

○野田賀大（慶應義塾大学 医学部 精神・神経科学教室）

TMSを用いた神経生理学的研究は、主に運動野をターゲットとした皮質脊髄路の神経生理学機能を調べるTMS-EMG研究が多く、脳神経内科・外科やリハビリテーション科領域を中心に1990年代以降盛んに研究がなされてきている。一方、運動野以外の主に前頭前野をはじめとした皮質機能に関しては、1999年にRisto Ilmoniemiが世界で初めてTMS-EEG装置を開発したのを皮切りに、その後デバイスおよび解析方法が徐々に改良され、特に2000年代後半からは健常者のみならず、精神疾患患者に対してもTMS-EEG神経生理計測が応用されるようになってきた。TMS-EEG研究は非常に専門性が高く、同領域の研究者人口も少ないこともあり、TMS-EEG関連研究は2020年9月時点で約210報くらいしか出版されていない。そこで、今回のシンポジウムでは、主に精神疾患を対象としたTMS-EEG神経生理研究を中心にエポックメイキングな研究をオムニバス形式で紹介し、TMS-EEG研究の現況と今後の展望について概説する。さらに、慶應義塾大学医学部精神・神経科学教室MTRラボで現在実施しているTMS-EEG-MRI研究についても一部紹介したい。

シンポジウム

## シンポジウム20 脳神経外科手術におけるモニタリングとマッピング

座長:佐々木 達也(東北医科薬科大学 脳神経外科)、後藤 哲哉(聖マリアンナ医科大学脳神経外科)

Sat. Nov 28, 2020 1:30 PM - 3:00 PM 第6会場 (2F I)

脳神経外科手術における電気生理検査による支援は、術中を通じて機能低下がないことを監視するモニタリングと、目視ではできない機能の局在を術野内で同定するマッピングに大別される。各種モダリティ毎にエキスパートの先生方からご講演をいただく予定です。

### [SP20-1] 脳神経外科手術におけるモニタリングとマッピング：体性感覚誘発電位

○後藤哲哉, 田中雄一郎 (聖マリアンナ医科大学脳神経外科)

### [SP20-2] 脳神経外科手術におけるモニタリングとマッピング運動誘発電位の有用性と最近の話題

○本山靖<sup>1</sup>, 高谷恒範<sup>2</sup>, 高村慶旭<sup>1</sup>, 竹島靖浩<sup>1</sup>, 松田良介<sup>1</sup>, 田村健太郎<sup>1</sup>, 西村文彦<sup>1</sup>, 中川一郎<sup>1</sup>, 朴永銖<sup>1</sup>, 川口昌彦<sup>3</sup>, 中瀬裕之<sup>1</sup> (1.奈良県立医科大学 脳神経外科, 2.奈良県立医科大学 中央手術部, 3.奈良県立医科大学 麻酔科)

### [SP20-3] 術中 VEPモニタリングの有用性と限界

○佐々木達也 (東北医科薬科大学 脳神経外科)

### [SP20-4] 脳神経減圧術中のモニタリング

○福多真史<sup>1</sup>, 増田浩<sup>1</sup>, 白水洋史<sup>1</sup>, 伊藤陽祐<sup>1</sup>, 藤井幸彦<sup>2</sup> (1.国立病院機構 西新潟中央病院 脳神経外科, 2.新潟大学 脳研究所 脳神経外科)

### [SP20-5] 皮質脳波記録

○藤井正美, 長綱敏和, 長光逸, 金子奈津江, 安田浩章, 浦川学, 山下哲男 (山口県立総合医療センター 脳神経外科)

(Sat. Nov 28, 2020 1:30 PM - 3:00 PM 第6会場)

## [SP20-1] 脳神経外科手術におけるモニタリングとマッピング：体性感覚誘発電位

○後藤哲哉, 田中雄一郎 (聖マリアンナ医科大学脳神経外科)

体性感覚誘発電位（以下 SEP）の術中利用は、運動誘発電位（以下 MEP）による運動機能の直接の監視により、利用価値は相対的に低下しているものの、MEPや視覚誘発電位に比べ安定し制約が少ない。これら不安定なモニタリングのバックアップとして併用されるが、それは不安定なモニタリングより使いやすい（判定しやすい）ことを意味する。SEPの利用方法について考えたい。1：N20について：SEPのモニタリングの目的は脊髄視床路や視床皮質路の機能確認である。頭蓋内の血流分布からは、椎骨脳底動脈血流が延髄から視床までを、それ以降を中大脳動脈と前大脳動脈が担うため、前大脳動脈領域は下肢 SEPにより、中大脳動脈領域は上肢 SEPによりモニタリングされる。後頭蓋病変では内側毛帯の13mS近傍や視床の17mS近傍をモニタリングすることになるが、視床皮質路のモニタリングではN20をモニタリングすることになる。N20はいわゆるニアフィールドポテンシャルであり、記録電極の位置やブレインシフトにより変動する。N20を正確に判定するためには、健側のSEPモニタリングや双極誘導をもちいて、N20の頂点潜時を確認する。前脈絡叢動脈やレンズ核線条体動脈のモニタリングにはMEPが必要だが、中大脳動脈皮質血流を判定するだけならSEPは良いモニタリングである。2：phase reverseについて：SEP phase reverseは中心溝や手の領域をマッピングするための手技である。これによりMEPによるマッピングの手間を少なくすることが可能である。ところでphase reverseを計測することは、この近傍に病変があって開頭されていることであり、このため病気により、正常解剖が崩れていたり、機能障害が起きていたりすることを意味する。phase reverseが得られないときのために、MEPや皮膚電極からのN20のモニタリングを併用できるようにしておくが良い。3：下肢SEPについて：前大脳動脈領域のモニタリングに用いる。P37をN20と同じように利用するが、P37はN20のようにニアフィールドポテンシャルを作らないため、頂点潜時を正しく同定できない。前大脳動脈の血流判定にはやや遅めの潜時の波形を利用してモニタリングすることを心がけると良い。

(Sat. Nov 28, 2020 1:30 PM - 3:00 PM 第6会場)

## [SP20-2] 脳神経外科手術におけるモニタリングとマッピング運動誘発電位の有用性と最近の話題

○本山靖<sup>1</sup>, 高谷恒範<sup>2</sup>, 高村慶旭<sup>1</sup>, 竹島靖浩<sup>1</sup>, 松田良介<sup>1</sup>, 田村健太郎<sup>1</sup>, 西村文彦<sup>1</sup>, 中川一郎<sup>1</sup>, 朴永銖<sup>1</sup>, 川口昌彦<sup>3</sup>, 瀬裕之<sup>1</sup> (1.奈良県立医科大学 脳神経外科, 2.奈良県立医科大学 中央手術部, 3.奈良県立医科大学 麻酔科)

運動誘発電位（motor evoked potential: MEP）は錐体路機能を特異的に評価することが可能で現在術中モニタリングとして広く普及している。簡便で安定したMEP記録は静脈麻酔薬の登場とトレイン刺激の開発によるところが非常に大きい。MEPは術中に発生する穿通枝障害などによる錐体路障害を全身麻酔下に検出する事が可能であり、術後麻痺症状の予防に有用である。動脈瘤治療において直達クリッピングだけでなく、血管内治療においても用いられる。また、より詳細な大脳皮質機能の同定のために、脳表直接刺激によるマッピングとしてMEPが有用である。これはてんかん外科手術における硬膜下電極の刺激による機能同定や、脳腫瘍に対する覚醒下手術による腫瘍摘出に際しての機能温存のために行われる。腫瘍摘出の際には、摘出腔からの白質刺激によるMEPが行われ、錐体路からの距離を推定することも可能である。脳表刺激によるMEPはその機能特異性から、マッピングだけでなく局所機能が温存されているか判定するためのモニタリングとしても用いられる。半球間裂に刺激電極を設置することによって下肢MEPが導出され、下肢機能の特異的モニタリングとしても利用される。MEPは一定の潜時を有し振幅が低下することによって陽性と判定される。しかし、時に術後麻痺と合致しない偽陰性を生じる。直接錐体路障害が起こった場合には、MEPは著明な低下或いは短時間で消失することになる。しかし、術後高度の麻痺を呈する補足運動野の障害や、内包膝部や視床の梗塞においてMEPが全く異常を呈さないことがしばしば

しばしば経験される。また MEPは時に奇異性に増大することがある。奇異性増大は、通常 MEP低下に先行し、虚血の前駆所見と考えられる。増大の機序に、基底核の虚血が関与している可能性も示唆されている。MEPは錐体路機能の監視だけでなく、脳血流低下の代用モニターとして用いることも可能である。内頸動脈のバルーン閉鎖試験（balloon occlusion test: BOT）と術中モニタリングの一致率を調査したところ、脳波や体性感覚誘発電位（somato-sensory evoked potential: SEP）に較べて MEPが最も高く、BOT陽性のカットオフ値は MEP振幅の80%低下という結果が得られている。MEPは汎用性の高いモニタリングではあるが、不安定である弱点や時に記録困難な場合もある。関連因子として、筋弛緩と吸入麻酔の使用、術前の錐体路障害、anesthetic fade現象、そして小児であることが挙げられる。末梢神経のテタヌス刺激を先行させることによって MEPの検出率と振幅が上昇する。近年、陰部神経テタヌス刺激によってより大きな増幅効果が得られることが報告された。

(Sat. Nov 28, 2020 1:30 PM - 3:00 PM 第6会場)

## [SP20-3] 術中 VEPモニタリングの有用性と限界

○佐々木達也（東北医科薬科大学 脳神経外科）

視覚路に関わる脳神経外科疾患では視機能の温存や改善が手術の重要な目的である。しかしながら、意に反し術後に視機能が悪化することも経験する。手術中に視機能の正確なモニタリングが施行できれば、視機能障害の回避が可能となり、術後の機能回復にも貢献できる。1970年代から光刺激による視覚誘発電位（visual evoked potential, 以下 VEP）の術中モニタリングが試みられてきたが、安定性に乏しく臨床的に有用とはいえなかった。そこで、新しい光刺激装置を作製し、網膜電図の同時記録を追加し、propofolを用いた全静脈麻酔を用いたところ、VEPの再現性は良好になり安定したモニタリングが可能となった。しかしながら、術前から高度の視機能障害を有している症例ではモニタリングに有用な再現性のある波形を得ることができなくなった。これまでの経験では、矯正視力0.01以下でなおかつ半盲程度の視野障害を有している場合にモニタリングできず、本法の限界と思われる。このような症例でもどうしてもモニタリングが必要であれば視神経電気刺激による反応をモニタリングに使用することは可能である。術中 VEPの振幅低下を来した手術操作は、視神経、視交叉、視索、側頭葉、後頭葉に至る視覚路の全長にわたっていた。それらの虚血や機械的障害を VEPの振幅低下として捉えることができ、手術に feedbackすることにより術後の視機能障害を回避できた症例も多く経験した。術中 VEPモニタリングは術後の視機能障害の防止のために有用な方法であると思われる。しかし一方では、振幅が残存しても完全な半盲をきたす、ほぼ flatになっても視野障害は軽微である、などの限界も経験した。脳神経外手術における術中 VEPの有用性と限界について症例を提示して述べる。

(Sat. Nov 28, 2020 1:30 PM - 3:00 PM 第6会場)

## [SP20-4] 脳神経減圧術中のモニタリング

○福多真史<sup>1</sup>, 増田浩<sup>1</sup>, 白水洋史<sup>1</sup>, 伊藤陽祐<sup>1</sup>, 藤井幸彦<sup>2</sup> (1.国立病院機構 西新潟中央病院 脳神経外科, 2.新潟大学 脳研究所 脳神経外科)

三叉神経痛、片側顔面けいれん、舌咽神経痛などの神経圧迫症候群に対して脳神経減圧術が行われるが、術後に聴力障害を来さないように聴性脳幹反応（Auditory brain stem response: ABR）が術中モニタリングとして用いられる。通常、V波の潜時延長や振幅低下を warning signとしているが、具体的な基準については各施設間での相違がある。当院では2016年11月から高頻度刺激による ABRモニタリングを導入している。このモニタリングは刺激頻度を従来の10-15 Hzから43.9 Hzに上げて、加算回数を400回とする方法である。これにより従来の刺激頻度では1回の測定に40秒以上かかっていたのが、10秒以内に短縮することが出来て、よりリアルタイムに近いモニタリングが可能となった。当院での高頻度刺激による ABRモニタリングの方法と有用性について解説する。片側顔面けいれん（Abnormal muscle response: HFS）の症例では、異常顔面筋電図（Abnormal muscle

response: AMR) モニタリングが減圧完了の指標として用いられている。通常のモニタリングは機能温存を目的に行われるが、AMRは術中に手術完了の指標となるユニークなモニタリングの一つである。刺激電極は頬骨枝と下顎枝に、記録電極は眼輪筋とオトガイ筋に針電極を設置して、ベースライン、開頭後、硬膜切開後、下位脳神経周囲のくも膜剥離後、責任血管の操作中、減圧完了後、硬膜閉鎖後などの各手術操作段階で適宜測定する。とくに減圧操作中に頻回にAMRを記録することによって、波形が不安定になり、振幅低下や消失が確認できれば、操作している血管が責任血管である可能性が高いため、責任血管の同定には有用なモニタリングであると言える。減圧完了後のAMRの消失の有無とHFSの長期予後とは必ずしも相関しない場合がある。実際の症例におけるAMRモニタリングの有用性と限界について考察する。

AMRの他に術中に減圧完了の指標とするモニタリング方法として、経頭蓋電気刺激による顔面運動誘発電位 (Facial motor evoked potential: FMEP) や生理食塩水で誘発される顔面神経の free-running EMG (frEMG) も行ってきた。FMEPやfrEMGモニタリングもAMRモニタリングを補完する方法として有用な場合がある。その有用性と限界について解説し、AMRの発生機序についても考察を加える。

(Sat. Nov 28, 2020 1:30 PM - 3:00 PM 第6会場)

## [SP20-5] 皮質脳波記録

○藤井正美, 長綱敏和, 長光逸, 金子奈津江, 安田浩章, 浦川学, 山下哲男 (山口県立総合医療センター 脳神経外科)

大脳皮質から直接記録される脳波は、ノイズが少なく、空間分解能が高く、安定した記録が可能である。皮質脳波は難治性てんかんにおいて、術前評価として慢性に埋込んだ硬膜下電極または深部電極から脳波を記録することや術中に脳波をモニタリングすることによりてんかん焦点の切除に有用な情報を与えてくれる。皮質脳波記録はてんかん原生域の局在と広がり同定でき、てんかん手術に欠かせないモニタリング手法といえる。

慢性頭蓋内脳波記録では、発作起始部位は通常の高周波帯域において低振幅速波 (low-voltage fast beta activity) として認知される。しかしデジタル脳波計の進歩に伴い、band-pass filterを広げることで、0.5Hz以下のゆっくりとした大きな電位 (100 $\mu$ V-1mV) をもつ波形 (DC shift) や $\gamma$ 帯域を超える80Hz以上の脳波活動である高周波振動 (high frequency oscillation; HFO) から発作起始部位を推定することができるようになった。

皮質脳波は内側側頭葉てんかんや限局性皮質異形成 (FCD) などの病巣を伴う皮質てんかんにおいて、術中モニタリングとして切除範囲の決定にも用いられている。扁桃体海馬切除術や海馬多切術 (hippocampal transection) において切除前後で脳波を記録し、棘波が消失することを確認してその処理範囲を決定する方法が用いられている。また、FCDでは病変の切除後に棘波が残存する周囲皮質の切除範囲の決定に用いられている。しかし irritative zoneか ictal onset zoneかの判断は難しく、術中記録される棘波出現部位をすべて切除する必要があるのかに関しては、議論のあるところである。

術中皮質脳波を記録する場合、てんかん放電を抑制する麻酔薬を用いると、てんかん焦点が過小評価されることになり、信頼性が低下する。そこで我々はてんかん焦点の賦活作用があるセボフルランを麻酔薬として用いている。発作起始部位の予測に適していると言われる0.5MACのセボフルラン濃度で棘波の出現を確認し、切除範囲決定の目安としている。

脳表で記録される脳波では脳溝深部の皮質まで電位変化を記録することには限界がある。近年、側頭葉内側構造、島、帯状回などの深部皮質に対して、定位脳手術の技術を用い、10数本の深部電極を慢性的に留置して、てんかん原生域を特定するステレオ脳波の手法が欧米を中心に行なわれている。皮質脳波記録法は手術手技やデジタル技術の進歩に伴い、形態を変え徐々に進歩していることが伺われる。

シンポジウム

## シンポジウム21 作業療法学と臨床神経生理学の融合

座長:石井 良平(大阪府立大学大学院総合リハビリテーション学研究所 臨床支援系領域)、稲富 宏之(京都大学大学院医学研究科 人間健康科学系専攻)

Sat. Nov 28, 2020 3:20 PM - 4:50 PM 第5会場 (1F C-2)

このセッションでは、リハビリテーションの一分野である作業療法が、脳波・NIRSなどの臨床神経生理学の手法を取り込み、VRなどの映像技術やAIによる動作解析、ウェアラブルセンサーによる生体情報解析などを応用しながら、新たな知見を臨床神経生理学にフィードバックしつつある最前線の試みを紹介できればと考えている。

### [SP21-1] 作業療法の未来

○内藤泰男<sup>1</sup>, 上田将也<sup>1,2</sup>, 稲本尊<sup>1</sup>, 上野慶太<sup>1,3</sup>, 由利拓真<sup>3</sup>, 石井良平<sup>1,4</sup> (1.大阪府立大学大学院総合リハビリテーション学研究所, 2.京都大学医学部附属病院, 3.大阪府立大学地域保健学域総合リハビリテーション学類, 4.大阪大学大学院医学系研究科精神医学)

### [SP21-2] 精神科リハビリテーションのための fNIRS基礎研究

○菊地千一郎<sup>1</sup>, 西沢祐亮<sup>1</sup>, 土屋謙仕<sup>1</sup>, 下田佳央莉<sup>1</sup>, 平尾一樹<sup>1</sup>, 玉井秀明<sup>2</sup>, 三分一史和<sup>3</sup>, 西多昌規<sup>4</sup> (1.群馬大学大学院 保健学研究科 リハビリテーション学講座, 2.帝京平成大学ヒューマンケア学部鍼灸学科, 3.統計数理研究所モデリング研究系, 4.早稲田大学スポーツ科学学術院)

### [SP21-3] 手工芸活動中の脳波と自律神経機能の変化：作業療法の有効性に関するエビデンス

○白岩圭悟, 山田純栄, 西田百合香, 十一元三 (京都大学大学院 医学研究科 人間健康科学系専攻)

### [SP21-4] がん・認知症に対する Virtual Realityを活用した非薬物的アプローチの可能性

○仁木一順<sup>1,2</sup> (1.大阪大学大学院 薬学研究科, 2.市立芦屋病院 薬剤科)

### [SP21-5] 報酬と行動練習

○鈴木誠 (東京家政大学 健康科学部 リハビリテーション学科)

### [SP21-6] 作業療法と臨床神経生理学

○吉村匡史 (関西医科大学精神神経科学教室)

(Sat. Nov 28, 2020 3:20 PM - 4:50 PM 第5会場)

**[SP21-1] 作業療法の未来**

○内藤泰男<sup>1</sup>, 上田将也<sup>1,2</sup>, 稲本尊<sup>1</sup>, 上野慶太<sup>1,3</sup>, 由利拓真<sup>3</sup>, 石井良平<sup>1,4</sup> (1.大阪府立大学大学院総合リハビリテーション学研究所, 2.京都大学医学部附属病院, 3.大阪府立大学地域保健学域総合リハビリテーション学類, 4.大阪大学大学院医学系研究科精神医学)

作業療法は人々の健康と幸福を促進するために、医療・保健・福祉・教育・職業などの領域で行われる作業に焦点を当てた治療、指導、援助であり、その実践には心身機能の回復、維持、あるいは低下を予防が含まれる。これらの作業療法の実践には、「学習」が不可欠である。作業療法の対象者は、身体・認知・精神機能に多様な障害をきたした者であり、その認知特性に合わせた学習に有効な刺激入力方法を確立することが、これからの作業療法研究に不可欠である。電気生理学的評価法の一つである脳波は、簡易で非侵襲に脳活動を調べる検査であり、リハビリテーションを実践する施設にも広く普及している。また長年の臨床応用により安全性が確認され、実施しやすいという特徴を持つことから、認知機能障害をきたす幅広い精神神経疾患の評価方法として広く用いられている。特に作業療法領域への応用には、認知機能障害を呈するさまざまな疾患、症状に、有効な評価方法の確立が必要などの課題がある。本報告では、我々の研究グループでの健常者を対象とした研究や、過去の論文より脳波を用いた手法に関する報告を中心とし、認知機能障害をきたす者への適応と作業療法への応用について論じる。作業療法研究において、自己身体の認識の脳内表現は重要なテーマの一つである。「自己の手への参照処理過程に関連する頭頂部ガンマ帯域活動の検討」では、視覚 oddball課題を用いて自己の手の視覚刺激が自己参照に特異的な脳活動を誘発し得るかを検討した。健常若年者に手の3刺激視覚 oddball課題を3条件で実施し、各条件に対する誘発電位に対して時間周波数解析を行い、条件内の新奇刺激と標準刺激に対する脳律動活動の条件内での統計差分を行った。self条件のみで Cz電極において650-900msの潜時で60-80Hzの帯域に有意な活動の増加が認められ、頭頂部におけるガンマ帯域活動がボディイメージ統合に関わる頭頂連合野の活動を反映した可能性が示唆された。muリズムは、運動や感覚の脳波バイオマーカーとして用いられてきたが、老化による影響についてはあまり知られていない。「muリズムを利用した高齢者の運動機能評価」では、加齢に伴うmuリズムの変化を中心に、高齢者の5つの特徴、安静時により大きなベータパワーを示す、mu ERDを増加させる、mu ERDの開始時期が早く、終了時期が遅くなる、随意運動時のmu ERDの対称的なパターン、動員増加を示す、運動終了後のβリバウンドが大幅に減少することに着目し、その運動機能・認知機能との関連の検討を予定している。以上のように、作業療法における認知機能の評価手段として脳波利用の現状と発展性について述べた。今後は、脳内の機能的連結性の評価法を用いて認知リハビリテーションへの応用をはかり、対象者の学習に着目したテーラーメイドの作業療法展開の可能性を探っていきたい。

(Sat. Nov 28, 2020 3:20 PM - 4:50 PM 第5会場)

**[SP21-2] 精神科リハビリテーションのための fNIRS基礎研究**

○菊地千一郎<sup>1</sup>, 西沢祐亮<sup>1</sup>, 土屋謙仕<sup>1</sup>, 下田佳央莉<sup>1</sup>, 平尾一樹<sup>1</sup>, 玉井秀明<sup>2</sup>, 三分一史和<sup>3</sup>, 西多昌規<sup>4</sup> (1.群馬大学大学院 保健学研究科 リハビリテーション学講座, 2.帝京平成大学ヒューマンケア学部鍼灸学科, 3.統計数理研究所モデリング研究系, 4.早稲田大学スポーツ科学学術院)

問診が重要な位置を占める精神科臨床においても、補助診断を目的とした検査技術の開発研究がなされてきた。我が国では、「光トポグラフィーを用いた精神疾患の鑑別診断補助」検査が、平成26年4月から保険適用となった。これは非侵襲的で低拘束である機能的近赤外線スペクトロスコピー (fNIRS) を用いた検査法である。この検査法では、まずは、大脳前頭前野を中心とする、語流暢課題遂行中の酸素化ヘモグロビンの濃度変化波形を求める。次に、各疾患に特徴的な4つのパターンに分類する。この検査は、トレイト・マーカー (素因) と考えられる。演者らは、従来の語流暢課題を用いたプロトコルを用いた検査と並行して、刺激課題として、前頭前野賦活作用を持ち、ルールが理解しやすく、かつ、作業量を容易に統制できるという特徴を持つ、後だし負けじゃんけん課題 (drRPS) に注目した。そして、drRPSを採用したfNIRS検査を使い、反復性経頭蓋磁気刺激 (

rTMS) 治療による経時的な活動変化を追跡する予備研究などで、ステート・マーカー (状態) としての可能性を探ってきた。併せて、作業療法領域の応用可能性を探るため、作業療法に関連した脳活動に関する研究も行ってきた。これらの研究に関連した検査を通じて、演者らは、検査に伴う馴化の問題と、限られた認知機能を持つ高齢者のための検査負担軽減の工夫に直面することになった。本講演でまずは、演者らの1) 「トレイト・マーカーに関する研究」を紹介後、ステート・マーカーに関する研究として、2) 「drRPSの特性を調べるための基礎研究」、3) 「長期運動療法前後の脳活動をとらえた症例報告」、4) 「rTMS治療中のステート・マーカーとしての臨床応用」の可能性について振り返る。さらに5) 「作業療法に関連した基礎研究」について報告する。続いて、これらの研究を通して浮き彫りとなった問題のための対策として、6) 「反復計測に頑健で簡便な脳機能検査法の開発の研究」、そして、7) 「fNIRS検査中の検査負担の軽減に関する研究」について紹介する。これらの研究は、より低拘束なウェアラブル機器を用いているが、これは、日常作業が多用され、かつ、治療が長期にわたる、作業療法学分野における臨床応用を念頭に置いたものである。

(Sat. Nov 28, 2020 3:20 PM - 4:50 PM 第5会場)

## [SP21-3] 手工芸活動中の脳波と自律神経機能の変化：作業療法の有効性に関するエビデンス

○白岩圭悟, 山田純栄, 西田百合香, 十一元三 (京都大学大学院 医学研究科 人間健康科学系専攻)

### 【目的】

精神科領域における作業療法では、手工芸活動は不安や焦燥感などの症状を軽減させる手段として用いられている。これは我を忘れて手工芸活動に集中することによる効用と考えられる。本研究の目的は、手工芸活動中のFm $\theta$  (Frontal midline theta rhythm) と自律神経活動の変化を調べ、そして作業療法が治療的有効性を発揮する生理的メカニズムを探求することである。なお、本研究は対象者に書面にて同意を得ており、帰属組織の倫理委員会の承認を受けて実施された。

### 【方法】

健常者28名を対象として実験を行い、このうち課題施行中に明確にFm $\theta$ が出現した9名(22.4 $\pm$ 1.6歳)を解析の対象とした。Fm $\theta$ の判断は山口ら(1984)の基準に従い、心電図についてはR-R間隔を記録しLorenz plot法(Toichi M et al, 1997)にて、副交感神経系の指標であるCVI (Cardiac Vagal Index)、交感神経系の指標であるCSI (Cardiac Sympathetic Index)を算出した。実験は、安静条件3分(十字を見る課題)に続いて、課題条件7分(ネット手芸)を実施し、それぞれのCVI、CSIの平均値を算出した。安静期とFm $\theta$ 出現期のCSIとCVI、RRI平均値について対応のあるt検定を行った。また、Fm $\theta$ の出現回数とパワー値について、各期のCSI、CVI、およびそれぞれの変化量との相関分析を行った。

### 【結果】

CSI、CVIともにFm $\theta$ 条件では安静条件と比較して有意な増加を示した(CSI:  $t(8) = 2.578$ ,  $p = 0.049$ ; CVI:  $t(8) = 2.323$ ,  $p = 0.033$ , paired t test)。RRI平均値は安静条件に比べてFm $\theta$ 条件では減少する傾向にあったが有意差はなかった( $t(8) = 1.215$ ,  $p = 0.259$ , paired t test)。相関分析を行った結果、Fm $\theta$ のpower値はCSIの変化量と正の相関( $r = 0.78$ )があった。Fm $\theta$ 出現回数は安静条件CVI( $r = 0.76$ )およびFm $\theta$ 条件CVI( $r = 0.82$ )と正の相関があった。

### 【考察】

Fm $\theta$ が出現した手工芸活動中は、副交感神経と交感神経の両指標は、安静条件と比較して共に増加した。この結果は、手工芸に集中することによって、一定のrelaxed-concentration状態が実現されていることを示唆している。Fm $\theta$ 出現回数が多いほど副交感神経活動が高いという相関は、課題への一定の集中持続状態が、リラックス状態に寄与することを示唆している。本研究の結果から、我を忘れて作業活動に集中することが、リラックス状態という鎮静効果をもつことが確認され、作業療法の有効性に関するエビデンスの一端が明らかになったと考える。

(Sat. Nov 28, 2020 3:20 PM - 4:50 PM 第5会場)

## [SP21-4] がん・認知症に対する Virtual Realityを活用した非薬物的アプローチの可能性

○仁木一順<sup>1,2</sup> (1.大阪大学大学院 薬学研究科, 2.市立芦屋病院 薬剤科)

超高齢社会を迎え、さらには COVID-19の影響を受けて医療の在り方が劇的に変化している。そこで、感染防止に貢献しながらも医療の質を損なわないための手段として現在注目されているのが、スマートフォンや Virtual Reality (VR) などのデジタル機器を活用した非薬物的アプローチ、すなわち、デジタルセラピューティクスである。我々は、特に高齢者医療における VRの医療応用を試みており、本発表では、がんについては緩和ケアの充実化、化学療法の副作用軽減に向けた取り組みを、認知症については新たな回想法の実践例をご紹介します。緩和ケア病棟では、入院患者が外出や帰宅を希望しても様々な症状のため、また、特に昨今は COVID-19のためにその実現が難しいことが珍しくない。そこで我々は、VRが生み出す“その場にいるような臨場感”に着目し、患者の外出希望を VRによって疑似的にでも叶えることができれば QOLの改善につながるのではないかと考え、VRの活用を検討した。我々は、緩和ケア病棟の入院患者20名（平均年齢72.3歳）に VR旅行を体験してもらい、その前後における様々な身体、精神症状の変化についてエドモントン症状評価システムを用いて評価した。その結果、「痛み」「倦怠感」「眠気」「息苦しさ」「気分の落ち込み」「不安」「全体的な調子」に関して有意な改善が認められ、かつ、重篤な副反応は認められなかったことから、VRは新しい緩和ケア手法として有用である可能性が示唆された。現在、本検討で得られた“VRが気分の落ち込みや不安を改善した”という知見に着目し、化学療法中のストレスケア手法としての VRの可能性を検証している。また、現在の認知症治療においては、軽度認知機能障害の段階からの対応が重要とされ様々な非薬物療法が行われているが、その中でも我々が注目したのが回想法である。実際に我々は、緩和ケア病棟での検討を通して患者が故郷などの思い出の場所に VR旅行することで当時の思い出を生き活きと語る様子を目の当たりにしてきたため、臨場感を伴った回想法（VR回想法）を実施すれば従来法よりも優れた効果が期待できるのではないかと考えた。そこで、まずは BPSD対策の観点から、後期高齢者の精神面への影響に着目したパイロットスタディを行った。介護施設のデイサービス利用者10名（平均年齢87.1歳）を5名ずつ2群に分類し、昭和をテーマとした2種類の VR映像（CG、実写）を交互に閲覧するクロスオーバー試験を実施して「不安」の変化を評価した結果、VR閲覧後には「不安」が有意に軽減し、重篤な副反応は認められなかった。現在は VR回想法を継続的に実施した際の有効性、安全性を検討している。今回ご紹介する取り組みはいずれもプレリミナリーな段階であるが、経過や将来展望も併せて紹介させていただき、皆様と活発に議論できれば幸いである。

(Sat. Nov 28, 2020 3:20 PM - 4:50 PM 第5会場)

## [SP21-5] 報酬と行動練習

○鈴木誠 (東京家政大学 健康科学部 リハビリテーション学科)

作業療法における行動練習では、対象者と作業療法士による1対1の不連続な試行が反復して行われる。この時、適切な行動に対提示される課題の成功や作業療法士からの称賛などが報酬となり、どのような行動が適切であるかを対象者が試行錯誤的に学習していく。そのため作業療法に際しては、いかに報酬を計画的に練習の中に組み込んで、適切な行動を強化するかという視点が重要になる。このような現状の中、近年では報酬に応じて中脳のドーパミン神経が活動し、線条体のシナプス結合を強化することが知られており、適切な行動の学習に関する基本的なメカニズムになっていると考えられている。このような神経生理学の知見を踏まえ、もし報酬に基づく行動学習を促進するための条件が分かれば、作業療法においてより効果的な行動練習ができるのではないかと

思われる。そこで、報酬の提示、没収、頻度に応じた皮質脊髄興奮性の変化と、報酬を統制した行動練習の臨床的有用性について検討した。まず、報酬の提示あるいは没収に応じて皮質脊髄興奮性が変化するかどうかを検討したところ、より高い報酬確率の時に皮質脊髄興奮性が増加した。また、期待に反して報酬を没収された時にも皮質脊髄興奮性が増加した。次に、報酬頻度が皮質脊髄興奮性の大きさと変動性に影響を及ぼすかどうかを検討したところ、報酬頻度の減少に伴って皮質脊髄興奮性の大きさとランダム変動が増加した。これらの実験結果より、報酬の提示、没収、頻度に応じて行動に関与する皮質脊髄興奮性が変化することが示唆された。そこで次に、報酬を統制した行動練習の臨床的有用性について検討した。行動練習では、課題に関する手掛かりが多いと成功し、手掛かりが少ないと失敗するため、対象者の能力に応じた手掛かりを提示することによって適切な行動を強化する確率を高めることを試みた。この方法で脳血管障害を発症した対象者に行動練習を行い、行動障害の回復の程度を予測した結果、練習初回の自立度から将来の自立可否を予測できることが示唆された。また、作業療法の臨床において個人への練習効果を推定する際には、対象者の行動を一定期間システムティックに反復測定して、ベースライン期と介入期のデータを比較する方法が用いられている。そこで、ベースライン期のデータ変動と介入期のデータ変化に応じた統計学的検定力をシミュレーションにより検討した。その結果、ロジスティックモデルにベースライン期のデータ変動を代入することによって、介入期のデータ変化に応じた有意差の出現確率を推定できることが示唆された。

---

(Sat. Nov 28, 2020 3:20 PM - 4:50 PM 第5会場)

## [SP21-6] 作業療法と臨床神経生理学

○吉村匡史（関西医科大学精神神経科学教室）