

7. 機能発達学部

研究の概況

鈴木 伸治

障害とは人と物的環境および社会的環境との間の相互関係の結果生じる多次元の現象です。従って、障害に取り組むには社会的な行動が求められます。障害がある人たちの完全参加を実現させるためには、疾患、外傷の治療や続発する障害へのリハビリテーションを含む医学だけでは完結せず、環境因子、個人因子および健康状態を包括的に解決していかなければなりません。そのためには基礎医学、臨床医学、および他の学問領域が協力しあい学際的な研究を実施することが重要であることはいままでもありません。当研究所は、そのような学際的研究を行ってきた世界的にも比類なき研究機関です。当研究所にあって機能発達学部は、障害の原因となる心身機能・身体構造ばかりではなく、障害から生じる参加および活動の制限を減らすための臨床的、実学的研究を分担しています。本年度は当研究所主催の県民講座は支援機器システム室の青木室長が担当しました。県民講座の第一部では東京大学先端科学技術センターの奥村俊博先生をお招きし「自立した生活」についてご講演を賜りました。第二部ではA J U自立の家自立生活体験室ワーキンググループの方々から体験の貴重なお話を聞くことができました。同時に、支援機器システム研究室が開発した重度の障害者のための福祉機器の展示がおこなわれました。今後も、機能発達学部は臨床的、実学的研究を実施し、研究成果の還元をもって県民に貢献したいと願っております。以下に各研究室における本年度の研究概要を述べますが、ご批判等をお寄せいただければ研究員一同望外の喜びです。

支援機器・システム研究室は、塚原主任研究員が随意動作によらないコミュニケーション・システム開発の基礎として、精神性発汗の特徴を調べています。精神性発汗は皮膚交感神経の活動によって起きますので、皮膚交感神経発射活動と動作の関係を愛知医科大学生理学第二講座との共同研究で分析しました。その結果、動作や動作しようとする中枢プロセスが皮膚交感神経の活動に関わっていることが示唆されました。

機能訓練研究室は、名古屋大学大学院の理学療法士里中を中心とし、障害のある人たちの最大酸素摂取量を向上させるエクササイズにおける運動強度の決定には、学会などで推奨されている主観的強度は非常に安静な生活を行っている障害者では不確かであることを明らかにしました。また同じく名古屋大学大学院の整形外科医馬淵を中心とし、様々な障害の歩行についての三次元分析を行いました。さらに、名古屋短期大学の寺田教授（体育）を中心とし、これまでほとんど調べられていない車椅子ダンスの身体活動と有酸素運動能についての研究を開始しました。生体信号に関する研究では、伊東主任研究員が骨格筋線維の機械的活動（収縮）の様子を反映する筋音図と普通筋電図との同時計測により、筋活動の基本的単位である単一筋線維あるいは運動単位の活動により発生した筋音波形の同定に成功しました。

高次機能研究室は中村室長がウィリアムズ症候群をはじめとする発達に躓きを持つ方たちの認知特性を医学的臨床や神経生理学的手法、心理学的手法などを用いることにより、高次脳機能の観点を含めて検討し、実際の支援の方法を提案しています。今年度は従来継続的に検討してきたウィリアムズ症候群の視空間認知機能について縦断的な観察をまとめ、それで得られた結果から、視覚認知の背側経路の障害により起こる視空間認知の躓きを腹側経路の一つであり比較的得意な色の認知機能を用いて代償するという、より科学的根拠に基づく療育方法を提案しました。この結果は今後さまざまな類似病態を持つ疾患（カブキ症候群、学習障害など）にも応用可能であると考えられ、より多くの方々の療育へのヒントとなりうると考えられます。また、顔認知に関する検討も継続して進めています。

本年度は、高次機能研究室の中村みほ主任研究員が室長に昇格しました。尚、支援機器システム研究室の青木久室長は定年退官しました。

また本年度、当学部が研究の推進のため連携した他施設は、こばと学園、中央病院、名古屋大学医学部大学院、名古屋大学医学部整形外科、名古屋工業大学、旭川医科大学整形外科、自然科学研究機構生理学研究所、幸田町健康福祉部、岡崎市小児科医会、大阪電気通信大学、理研一東海ゴム・人間共存ロボット連携センター（RTC）、株東海ゴムです。

日本学術振興会、厚生労働省の公的研究資金の援助を受けました。

¹⁾ 世界保健機構（WHO）、国際生活機能分類—国際障害者分類改訂版，2001．日本語版；中央法規出版2002.

障害者の身体活動と体力に関する研究—自覚的強度の妥当性

里中綾子¹、鈴木伸治、河村守雄¹

有酸素運動能はわれわれの生活の資質の向上や疾病の予防に重要であると考えられている。ACSM（American - College of Sport Medicine）ガイドラインではできれば毎日中等度の強度以上の運動を30分以上実施することが推奨されている。しかし、合衆国における調査ではこの基準を満たす健常者は人口のわずか5%にすぎなかった。実際に社会参加している障害者でもACSMのガイドラインの基準を満たしている割合はかなり低いと予想される。すなわち、相当多くの障害者は低身体活動であり、低身体活動から続発する低体力であると推察される。そこで、日頃身体活動に親しんでいない障害者の有酸素運動を向上させるための取り組みが必要と考えられる。有酸素運動能を高めるためには運動時間、運動頻度と運動強度を規定したエクササイズを決定しなければならない。21年度はリハビリテーションの現場で用いられ、学会などでも提唱されている主観的運動強度の妥当性について検討した。ある強度における運動時の主観的運動強度と客観的運動強度を測定して比較したところ、平日歩行と匹敵する強度以上の運動をおこなっている障害者においては主観的強度と客観的強度との間に相関が認められたが、ほとんど安静な生活をおくっている人では相関はなかった。特に、実際は強い運動をおこなっているながら、主観的に軽い運動ととられる被験者もおり、適宜客観的な生理学的指標を用いながらエクササイズを実施する必要がある。

¹名古屋大・医・院

車いすダンスと体力に関する研究

寺田恭子¹、里中綾子²、馬淵晃好²、鈴木伸治

車いすダンスに関する研究はほとんど皆無である。本年度実施したこの予備的研究では電動車いすを用いた車椅子ダンスが障害者の有酸素運動能に影響するかどうかを明らかにすることを目的とした。被験者は45歳の重度脳性麻痺者であった。彼女は両手で振り付け動作を実施するため、随意運動可能な右つま先で電動車いすのジョイスティックをコントロールした。彼女が典型的に過ごす平日および車いすダンス競技会のそれぞれの機会に連続心拍数を測定した。また最大下運動テストにより最大酸素摂取量を推定した。連続心拍数の測定結果から平日はほとんど安静に生活をしてきた。しかし一方、車いすダンス競技会では心拍数は150拍/分以上が8分間以上持続していた。最大酸素摂取量は1120ml/minと同年代の女性に比べ低値ではなかったが、電動車いすを用いたダンスは高い強度の有酸素運動となっていることから、ダンスの頻度を増加させるなどにより、彼女の有酸素運動能をさらに向上させることが望ましいと考えられた。

¹名古屋短大、²名古屋大・医・院

ハイヒール歩行の三次元動作分析による姿勢変化の検討について

馬淵晃好¹、鬼頭浩史¹、石黒直樹¹、林 尊弘²、永谷元墓²、伊藤 忠²、栢本あずさ²、井上亘郷³、
林 満彦⁴、青木浩代⁴、鈴木伸治

瘦性尖足などの保存的治療のひとつにハイヒールを利用するものがある。一方、ハイヒール歩行時の姿勢変化は腰痛および足関節痛の誘因といわれている。我々はハイヒール歩行の三次元動解析を行い、歩行姿勢の変化について検討している。整形外科的疾患・神経学的疾患の既往のない健常成人を被験者とした。ハイヒール歩行と裸足歩行時の骨盤傾斜角、足、膝、および股関節の角度変化を、VICON MX (Oxford Mebfix 社製) で計測した。

計測は被験者ごとの任意の歩行速度で行った。ハイヒール歩行では矢状面における足関節背屈が制限され、足関節可動域の減少が観察された。膝関節可動域もハイヒール歩行では減少していたが、股関節可動域の変化はわずかであった。ハイヒール歩行は裸足歩行にくらべ骨盤傾斜が有意に後傾していた。三次元歩行解析の結果から、ハイヒール歩行時の足関節、膝関節運動の変化、および

骨盤傾斜の変化が、裸足歩行時と同等のケータス、歩幅、および歩行速度を保持していると考えられる。特にハイヒール歩行では裸足歩行に比べ骨盤がより後方に傾斜する事実は、ハイヒールによって脊柱にまで顕著な影響を及ぼしていることを示し、ハイヒールによる腰痛の病態生理を考える上で示唆的である。

¹名古屋大・医・院、²名古屋大・医・病院、³早稲田大・先進理工、⁴セムイ学園東海医療科学専門学校

車いす利用者の簡易エネルギー消費量推定

鈴木伸治、里中綾子¹、寺田恭子²、森田良文³

歩行可能な人では簡易に身体活動で消費されるエネルギーを推定する万歩計などの健康機器が利用できる。一方、車いす利用者では万歩計は利用できない。身体活動によるエネルギー消費は身体活動における筋活動などの総和である。そこで、われわれはある特定の筋収縮の物理的変化を電気信号に変換し、えられた電気信号を生理学的なエネルギー消費のデータをリファレンスとし、全身の身体活動によるエネルギー消費を推定することが可能であると仮説をたてた。この原理を利用し、筋収縮を検知する機器を開発し、車いす利用者においても万歩計か、それ以上の精度で消費エネルギーを推定しようと考えている。本年度は、実際に開発したプロトコルを走らせ、予備実験を行った。予備実験からわれわれの仮説が有望であると考えたので、次年度以降は各種既成のセンサーから滴育選択し単純な機器を開発し実験を行う予定である。

¹名古屋大・医・院、²名古屋短大、³名古屋工業大

重度身体障害者用電動車いすの実用化への取り組み

青木 久

自力で移動の困難な重度の運動障害をもつ人（重障者）が、自力で移動したいという要望に応えるために、我々はこれまでに、一つのスイッチ操作で操縦できる電動車椅子用コントローラ（ハミングコントローラ）を開発した。本研究では、開発したハミングコントローラを装着した電動車いすを用いて、重障者の走行試験を長期間実施し、電動車いすを日常生活で使用できるようにするための機器の改良と重障者の練習方法を検討した。

参加者は15名であり、こばと学園10名、他施設2名、在宅3名であった。参加者の障害名は脳性麻痺であり、障害の程度は日常生活全介助であった。実施したテストコースは、室内のクランクコース（全長10.5m）、室内周回コース（22m）、廊下周回コース（24m）、歩道コース（17m）、遊歩道コース（往復60m）であった。

走行練習における平均走行速度は、最速でも0.6km/h（17cm/sec）であり、方向転換の多い室内のコースで遅くなる傾向が見られた。この結果、音スキャン式入力法に進行方向の微調整が容易になるシングルアクションモード（スイッチを入れている間だけ移動するモード）の追加が有効であることが示唆された。さらに試乗回数を重ねるとテストコースの平均速度が増加し、練習効果が見られた。従って、スイッチの適合と使用経験を増す練習が必要と考えられる。練習の内容としては、利用者の車両感覚（車幅、内輪差）の習得などが必要であることが示唆された。

随意動作開始と皮膚交感神経発射活動

塚原玲子、桑原裕子¹、岩瀬 敏¹、青木 久

交感神経皮膚反応（SSR）の意思表示システムへの利用において、随意動作がどのようにSSR出現に関与するか明らかにすることは有用であると考え、昨年度に引き続き、随意動作にともなうSSRの出現様相を検討している。

本年度は、随意動作と発汗神経活動の時間関係をより正確に分析するため、微小神経電図法により膝窩部腔骨神経から皮膚交感神経活動（SSNA）を直接記録した。被験者は健常成人12名である。視覚刺激を合図として右手を軽く握ると筋放電開始から平均483-789sの時間差でSSNAバーストが見られた。視覚刺激からの筋電図反応時間とSSNAバースト潜時の間の相関係数は0.5と0.77で、随意動作とSSNAバーストには結びつきがあると考えられる。随意動作の結果として起きる筋や関節、皮膚などの体性感覚がSSNAバーストを引き起こした可能性が考えられるので、右手肘部正中神経の電気刺激により筋を収縮させ、それに対する反射性の皮膚交感神経バーストを調べた随意動作の結果と比較した。反射性の皮膚交感神経発射の潜時は650-911msで、随意動作の筋放電からの潜時よりも有意に長かった。これらのことから、随意動作に伴うSSNAバーストは、筋収縮による筋・関節・皮膚などからの体性感覚によって反射的に誘発されたものとは考えにくく、動作の準備あるいは上位中枢の運動コマンドの関与が示唆された。

¹愛知医大

随意運動時における単一運動単位の筋音図の同定

伊東保志、赤滝久美¹、三田勝己^{2,3}、渡壁 誠⁴、鈴木伸治

我々の日常生活におけるすべての身体活動は骨格筋が発生する力を駆動力としている。骨格筋は、多数の細長い細胞、すなわち筋線維によって構成されている。複数の筋線維とそれを支配する一個の運動神経は、骨格筋活動の機能的単位であり、運動単位と呼ばれる。よって、運動単位の活動状態を知ることは、骨格筋機能評価につながると思う。

一般に、筋線維は、運動神経からの刺激を受けると、活動砒位という電気的な活動を生じ、これを収縮という機械的活動へと変化する機能を持つ。筋音図とは、活動する筋上の体表面に出現する微細な振動現象を記録した信号である。筋電図が筋の電気的活動を反映するのに対し、筋音図は筋の機械的活動を反映する。本研究の目的は、随意運動中に記録された体表面微細振動の波形から単一運動単位の活動によって発生した筋音図の波形を同定することであった。実験では、大腿直筋の随意運動を行った。運動中、力の強さは最大随意筋力の10%以下と

し、体表面に貼付した小型加速度計によって体表面微細振動を導出、記録した。また同時に、大腿直筋に挿入した針電極を用いて普通筋電図を記録した。測定終了後、普通筋電図を手がかりに加算平均法を利用して分析を行った結果、単一運動単位活動に伴う筋音図波形の同定に成功した。このことは、運動単位レベルでの新たな筋機能評価の可能性を示すものであった。

¹大阪電通大・医療福祉工、²星城大・医療技術、³理研 RTC、¹北海道教育大・教育

ウィリアムズ症候群の縦断的検討

中村みほ、水野誠司¹

我々は従来ウィリアムズ症候群患者らを臨床的にフォローアップする過程の中で、彼らの認知特性を、心理学的手法、神経生理学的手法を用いて明らかにする研究を続けてきた。多くの患者並びにその家族の協力のもと、さまざまな報告をしてきたが、今年度は、これまで多年にわたって検討してきた認知症状について縦断的变化をまとめることで、その認知特性の本質により迫ることができると考え、彼らが比較的苦手であるとされる視覚認知背側経路の障害の症状である視空間認知障害症状の発達変化、それに伴う漢字模写の変化について検討し、以下のことが明らかとなった。なおこの結果を雑誌 *Pediatric Neurology* に報告した。

*2次元図形の模写は経時的に改善するが多い

*3次元図形の模写の困難は長く続く（特に透視図形の線の重なりは現時点に至るまで描けない）

*2次元図形で大まかな形の把握ができる段階で漢字の模写がほぼ可能となる

*細かい構成要素を意識すると模写ができにくいこれらの所見を基に介入法を検討し、他疾患への応用も試みた（次項に詳細）

また、従来より実施している、ウィリアムズ症候群およびその他の発達に躓きを持つ子らに対して言語発達の状況を検討する研究も継続中である。

¹中央病院

ウィリアムズ症候群の視覚認知機能一介入法、そして他疾患への応用一

中村みほ、水野誠司¹

上記研究「ウィリアムズ症候群の縦断的検討」で明らかとなった視空間認知障害症状の発達的变化についての知見をもとに、これらの視空間認知障害の症状に対して、ウィリアムズ症候群において比較的保たれているとされる視覚認知腹側経路の機能の一つである色の認知を用いた介入法を提言した。

視空間認知の症状として、模写課題において、個々の構成要素をどこに配置したらよいか分からずに図形模写や漢字模写がうまくできない時期を経過中に認める。それに対し、模写課題のモデル提示にあたり、比較的得意な色の認知を応用した。すなわち、色分けした枠の上に漢字を提示し、同様に色分けした模写用紙に漢字模写をさせることにより、「構成要素をどこに配置したらよいか」をわかりやすくして空間配置を援助する方法を実施したところ、2次元図形の模写が困難である段階のウィリアムズ症候群を持つ児らに対して奏功した。また、このような視空間認知の症状は他の疾患（たとえば学習障害や、他の知的発達の躓きを持つ障害）にも応用可能であると考え、厚生労働省の学習障害研究班において提言を行った。

¹中央病院