

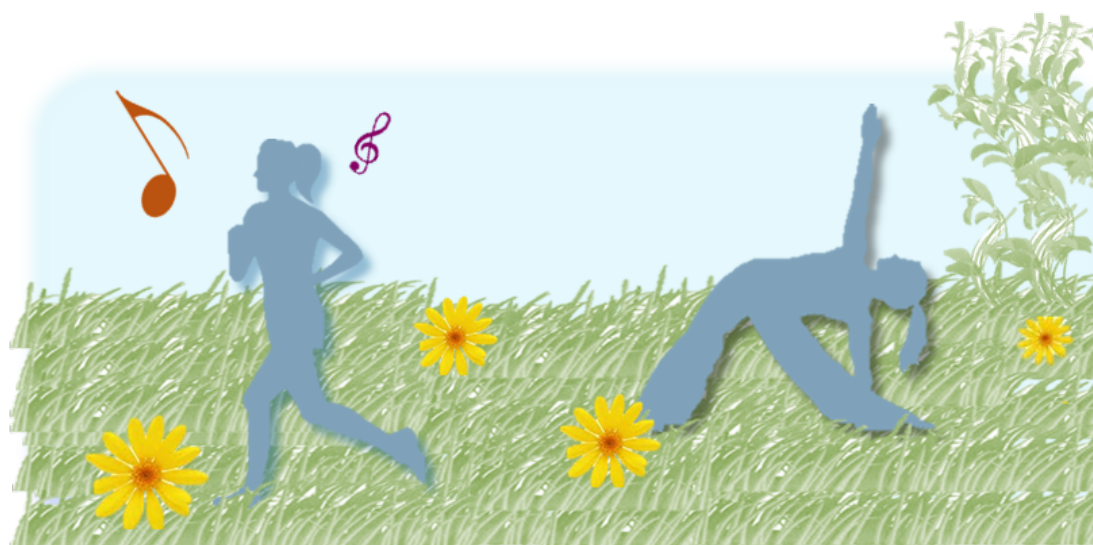
第1回 スポーツニューロサイエンス研究会

(第10回 脳・神経・内分泌系から運動の意義を考える会)

Concept

10回目を迎える本研究会は、スポーツニューロサイエンス研究会と名称を新たにしました。スポーツ (Sport) は世界共通語で、スポーツ競技に限らない余暇活動や健康増進など幅広い領域における運動をあらわします。ニューロサイエンス (Neuroscience) は運動効果を仲介する脳・ホルモン機構を考え、身心統合への理解を深める新たな視点を提供してくれる学問領域であり、他分野との領域を越えた議論を目指す本研究会の性格をあらわしています。

新生研究会として初となる今回は「意欲的な運動を目指した豊かな運動環境」と題しました。運動効果に期待が高まりながらもまだまだそれを十分に享受できていない昨今、身心への運動効果をさらに引き出す“豊かな運動環境”について議論・情報交換します。これまで運動の効果を左右する要因として主に強度・時間・頻度・様式について議論されてきましたが、運動をおこなう環境、それにより変化する運動時の心理状態を勘案に加え、運動効果をもたらす要因を総合的に考察する機会となれば幸いです。



日時 : 2017年9月15日 (金) 14:00~18:30 (13:30受付開始)
場所 : 松山大学 2号館 2F 210番教室
世話人 : 北 一郎 (首都大学東京)、丹 信介 (山口大学)、
三上 俊夫 (日本医科大学)、征矢 英昭 (筑波大学)、
西島 壮 (首都大学東京)、志内 哲也 (徳島大学)

プログラム

1. 開会の挨拶 (14:00-14:10)

2. シンポジウム：意欲的な運動を目指した豊かな運動環境 (発表 30 分+討論 10 分)

1) 14:10-14:50 運動実行に対するモチベーションと心血管応答の関係

山中 航 (順天堂大学)

2) 14:50-15:30 豊かな環境は心身の健康を促進する？—環境がもたらす筋と脳の関係—
須藤 みず紀 (明治安田厚生事業団体力医学研究所)

3) 15:30-16:10 運動意欲をかきたてる音楽の可能性

河瀬 諭 (名古屋工業大学)

コーヒーブレイク (10 分)

3. 若手発表 (質疑応答含め 15 分程度)

1) 16:25-16:34

単独飼育がマウスの身体活動量と海馬神経新生に及ぼす影響

船橋 大介 (首都大学東京大学院)

2) 16:36-16:45

オレキシンの持久的運動下における視床下部レプチン感受性増強メカニズムの検討

宮武 由実子 (徳島大学大学院)

3) 16:47-16:56

選択課題直前のマイルドなストレスが課題のパフォーマンスに及ぼす影響

石田 舞奈 (首都大学東京大学院)

4) 16:58-17:07

気分・認知機能向上の運動効果をより引き出す高グルーブな音楽：リズム感受性の個人差の影響

福家 健宗 (筑波大学大学院)

5) 17:09-17:18

運動中に賦活する機能的神経回路の免疫組織化学的手法による同定の可能性

笠原 秀昭 (首都大学東京大学院)

6) 17:20-17:29

一過性運動で記憶固定化が高まるラットモデル確立までの道のり：私の失敗や工夫
井上 恒志郎（北海道医療大学）

休憩（5分）

4. 若手研究奨励賞発表・表彰

5. 総括

6. 記念写真撮影

7. 懇親会 9月15日（金） 19:00～21:00

会場：松山個室居酒屋 若の台所 松山市駅前店

（愛媛県松山市湊町5-4-12 ニューグランドビル5F、詳細地図は末尾）

会費：一般 4,500 円、学生 3,500 円



シンポジウム：意欲的な運動を目指した豊かな運動環境

シンポジウム 1

運動実行に対するモチベーションと心血管応答の関係

山中 航

順天堂大学 スポーツ健康科学部 生理学研究室

モチベーションが運動パフォーマンスに影響を及ぼすことはよく知られている。例えば同じサッカーの試合でも、大会の決勝戦と練習試合では選手のモチベーションが大きく異なるであろう事は想像に難くない。あるいはゲーム中の個々のプレーについて、得点に直接つながるような行動はより大きな価値を持ち、高いモチベーションを伴って実行されると考えられる。運動パフォーマンスを決定する因子として随意的に筋出力を制御する体性神経系の働きの重要性については疑念の余地はないが、その一方で活動筋にエネルギーを供給する心血管調節の役割を担う自律神経系の適切な制御もまた重要である。運動に対するモチベーションがどのような神経回路メカニズムによって生じ、これらの随意的・自律的な運動パフォーマンスに影響を及ぼすかを明らかにするため、本研究ではまずラットを用いて運動時の心血管応答を記録・評価するための行動モデルを構築し、運動実行に対するモチベーションと心血管応答の関係について調べることを目的とした。報酬（水またはジュース）を得るために試行毎に異なるコストのレバー運動（1～4回；それぞれ L1、L2、L3、L4 試行）を行うことをラットに訓練し、テレメトリシステムを用いて血圧および心拍数応答を記録した。エラー試行（要求されたレバー運動を時間内に完遂できなかった試行）の割合は L4 試行で有意に高かったことから、動物は各試行におけるコストの違いに依存して、異なる運動パフォーマンスを示した。血圧および心拍数応答は、成功試行と比較して、エラー試行の運動後期間において有意な減少を示した。興味深いことに、運動前においてもこのような血圧および心拍数の減弱傾向が見られたことから、心血管応答が動物の運動実行に対するモチベーションを反映している可能性が考えられる。研究会では、このような予備的データも含め、モチベーションと運動パフォーマンスの関係について議論したい。

豊かな環境は心身の健康を促進する？

—環境がもたらす筋と脳の関係—

須藤 みず紀

公益財団法人 明治安田厚生事業団 体力医学研究所

近年、メンタルヘルス（心の健康）対策の充実を目的としたストレスチェックが義務化されたが、多くは一方的な結果のフィードバックのみであり、具体的なストレス対策がなされていないのが現状である。その理由として、「ストレス」は、様々な要因によってもたらされる上、その因果関係の証明が難しく、対処方法も諸説あるため具体的な対策立てにくいことが考えられる。

心身の健康を維持するための方法は多数あるが、ここでは“薬の代わりともなりうる運動”に着目したい。日常の身体活動や運動の実施において、骨格筋は中心的な役割を担っている。つまり、運動とは“骨格筋が動く”ことであると捉えることができる。我々の体重あたりの約半分近くを占める“骨格筋の動き”は、多くのストレス刺激を生むが、それに対する適応は、身体における循環、代謝などあらゆる機能に現れる。さらに、それらの適応が脳機能や情動の変化をもたらすことはいままでの間もない。すなわち、脳から骨格筋への指令のみならず、筋から脳への求心的な働きについて注目すべきである。

我々は、日常の身体活動や運動を実施する環境に着目し、環境の違いが情動や認知機能に及ぼす影響について研究を進めてきた。本報告では、ヒト、および動物モデルを用いた研究について報告する。まず、①日常の身体活動量が低い場合、運動によるメンタルヘルスと認知機能はどのように変化するのか？（ヒトを対象とした実験）について検証結果を示す。また、②自発的な運動を促すような環境が情動や認知機能に及ぼす影響（動物を対象とした実験）について、行動実験を中心とした結果を報告する。

“心身の健康を維持できる豊かな環境”とは何か？物理的には豊かな生活が可能となった現代。本報告を通じて“心身の豊かさ”を“豊かな環境”に求める最善な方法発見への糸口になれば幸いである。

運動意欲をかきたてる音楽の可能性

河瀬 諭

名古屋工業大学 工学研究科

ヤマハ音楽研究所

ノリのよい音楽を聴きながら、思わずつま先や頭でリズムをとったり、体をゆすったことはないだろうか。このように、音楽やリズムにより体を動かしたくなる感覚はグルーブといわれ、心理学や脳科学の観点から研究されている。

本発表では、グルーブのような身体の動きを引き起こす音楽と、運動意欲の関係について、3点検討する。①グルーブをもたらす音楽の特徴、②体を動かしたくなるオーダーメイド音楽、③音楽の快体験が運動のモチベーションを高める可能性。实例の音楽を聴きながら、これらのテーマを探る。

まず、グルーブの音楽的要素について概観する。グルーブ感の高さは、複数の要素と関係している。適度なシンクペーション（弱拍と強拍の関係）、はっきりしたビート、音の数の多さ、適切なテンポ、バスドラムの大きさなどがあげられる。グルーブ以外の体の動きに影響する音楽的要素でも、動きの方向（タテ・ヨコ）や、動かす部位（肩や臀部）などに特徴が現れることが観察されている。これらを含めて、動かしたくなる意欲を高める音楽の可能性を探る。

次に、発表者の研究プランである「オーダーメイド音楽」についてもふれる。グルーブ感のような体の動きに関わる音楽的要素を利用して、体を動かしたくなる音楽を狙って作る研究を試みている。

最後に、音楽による快体験が、運動意欲を促すツールになるか考察する。グルーブ感が楽しさと深く結びついているように、音楽は心地よさや楽しさの誘因となる。近年は、音楽による快感情と脳の報酬系との関連も検討されている。それゆえ、音楽と運動を組み合わせれば、運動によりポジティブな心理反応が付随し、運動したいという意欲の向上につながる事が予想される。また、快体験はリピートしたくなるという知見がある。これに基づけば、運動+音楽（快体験）の組み合わせが、継続的な運動習慣づくり（快の再体験）につながるかもしれない。

若手発表

若手発表 1

単独飼育がマウスの身体活動量と海馬神経新生に及ぼす影響

船橋 大介、武藤 直也、北 一郎、西島 壮
首都大学東京大学院人間健康科学研究科

【背景・目的】脳機能を保つために身体活動量を高く維持することの必要性は広く知られているが、実験動物のケージ内における身体活動量に着目した研究は乏しく、身体活動量がどのように規定されるか明らかでない。そこで本研究はマウスの飼育条件に着目し、単独飼育がマウスのケージ内身体活動量を低下させるか検証した。さらに、それに伴う海馬神経新生の変化も検討した。

【方法】実験には8週齢の雄性 C57BL/6J マウスを用いた。集団飼育群(n = 9)と単独飼育群(n = 6)に分け、4週間の予備飼育期間終了後に、麻酔下で頸部皮下に体内埋込型活動量計(nanotag[®])を埋め込み、ケージ内の身体活動量を18日間計測した。その後、麻酔下で脳を摘出し、細胞増殖マーカーである Ki-67 と幼若神経細胞マーカーである DCX を免疫組織化学的手法により染色・解析した。

【結果・考察】ケージ内での身体活動量は、単独飼育により低下しなかった。海馬神経新生は、DCX 陽性細胞密度に2群間の差はみられなかったが、Ki-67 陽性細胞密度は単独飼育群で有意に低く、単独飼育は細胞増殖を抑制することが明らかとなった。以上のことから、単独飼育は身体活動量に影響しないが細胞増殖を抑制すること、すなわち細胞増殖は身体活動よりも個体間交流など社会的刺激に強く依存して調整されている可能性が示唆された。

オレキシンの持久的運動下における視床下部レプチン感受性増強メカニズムの検討

宮武由実子¹⁾、志内哲也²⁾

- 1) 徳島大学大学院医歯薬学研究部代謝栄養学分野
- 2) 徳島大学大学院医歯薬学研究部統合生理学分野

【背景】持久的運動により視床下部のレプチン感受性は亢進するが、そのメカニズムは不明である。我々は前日本体力医学会大会において、運動によるレプチン感受性の増強に対する神経ペプチド・オレキシンの関与を報告した。

【目的】運動によるオレキシンのレプチン感受性増強メカニズムの解明を目的とした。

【方法】雄性 C57BL/6J マウスを安静群とトレッドミル走運動群（15m/min, 45分）に分け、45分経過直後にレプチン（2mg/kg）を腹腔内投与した。また、ダブルカニューレをマウス内側視床下部内に留置し、オレキシンを局所投与した 45 分後にレプチン（2mg/kg）を腹腔内投与した。レプチン感受性の指標である STAT3 のリン酸化を、ウエスタンブロット法を用いて測定した。更に、ウレタン麻酔下で 45 分の筋収縮（5Hz、10V）を行い、オレキシニューロンの活性化を c-Fos 発現との二重染色により確認した。

【結果】レプチン脳室内投与による STAT3 リン酸化は運動の有無によって変化しなかった。また、オレキシンの内側視床下部への局所投与はレプチン腹腔内投与による STAT3 リン酸化を増強しなかった。更に、45 分の筋収縮ではオレキシニューロンの活性化は認められなかった。

【結論】持久的運動後における内側視床下部の STAT3 リン酸化の亢進は、運動により活性化したオレキシニューロンによる間接的な作用であると考えられる。

選択課題直前のマイルドなストレスが課題のパフォーマンスに及ぼす影響

石田 舞奈、雨宮 誠一郎、西島 壮、北 一郎

首都大学東京大学院 ヘルスプロモーションサイエンス学域 行動生理学研究室

日頃の練習、学習の成果を試合や試験で発揮する際、より良いパフォーマンスを得るためには最適な判断をすることが求められる。しかし、このような判断の過程は直前のストレスの影響を受けると考えられる。本研究では、選択課題を用いて、その直前に与えられたストレスが課題のパフォーマンスに及ぼす影響と、その背景にある神経活動について検討した。

実験動物として Wistar 系ラットを用いた。課題として二選択肢の T 字型分岐迷路を用い、大報酬側と小報酬側を選択させる課題を 2 日間連続で行わせた。3 日目の課題において、課題の直前に拘束ストレスを与えるストレス群と、ストレスを与えないコントロール群に分けた。測定項目として大報酬側の選択割合、分岐点における首振り回数(探索行動)を測定した。また、3 日目の課題後に脳を摘出し、免疫組織化学的手法を用いて課題中の神経活動を評価した。

3 日目の選択課題では、コントロール群とストレス群において正答率に差が見られなかった。一方で、首振り回数はコントロール群に比べてストレス群で高い値を維持していた。脳神経活動については、ストレス群はコントロール群と比べて、ストレス応答に関わる視床下部室傍核と注意機能に関わる青斑核、衝動的選択の抑制に関わる縫線核において高い傾向が見られた。

以上のことから、選択課題直前のストレスは課題の遂行には影響しないが、ストレス応答や注意機能の亢進および衝動的な選択の抑制を引き起こす、すなわち選択課題のパフォーマンスにおける慎重さをもたらす可能性が示唆される。

気分・認知機能向上の運動効果をより引き出す高グルーブな音楽 ：リズム感受性の個人差の影響

福家健宗¹⁾，諏訪部和也¹⁾，越智元太¹⁾，兵頭和樹²⁾，邊 垲鎬¹⁾，征矢英昭¹⁾

1) 筑波大学 運動生化学研究室

2) 公益財団法人 明治安田厚生事業団 体力医学研究所

【背景】運動は様式や強度などの条件次第では気分を好転させ認知機能を高めるが、そうした効果をより引き出すには、運動時の気分を高める工夫が鍵となる(Byun et al., 2014)。最近、高グルーブ（からだを動かしたくなる感覚；Madison, 2006）な音楽を聴くと快感情が高まることが明らかになった(Witek et al., 2014)。この音楽に乗って運動を行うと、気分向上を介して認知機能向上効果が高まる可能性があり、これを「豊かな運動環境」として提案できるかもしれない。

【目的】高グルーブな音楽が一過性自転車漕ぎ運動の気分・実行機能向上効果をさらに高めるかを検証すること。

【方法】被験者は若齢成人 19 名とした。ピッチ音に合わせて運動する Con 条件と高グルーブな音楽と合わせて運動する MS 条件の 2 条件を別日におこなわせた。評価項目は、実行機能（カラーワードストループタスク）、気分（二次元気分尺度）とした。10 分間の低強度（30% $\dot{V}O_{2peak}$ ）自転車漕ぎ運動をおこなわせ、その前後に各項目の測定をおこない、運動前後の変化から運動効果をみた。

【結果】Con 条件に比べて、MS 条件の方が気分の快適度の向上が大きかった。実行機能の変化については条件間に差はみられなかった。しかし、リズムの感受性が高く、リズムに合わせて身体を動かすことに苦手意識のない被験者では、MS 条件の方が実行機能を高めた。

【結論】高グルーブな音楽を組み合わせることで運動の快適度向上効果がさらに高まる。実行機能への効果を見るためにはリズムに対する感受性や有能感を考慮する必要性が示唆された。

運動中に賦活する機能的神経回路の免疫組織化学的手法による同定の可能性

笠原秀昭、西井愛裕、西島 壮、北 一郎
首都大学東京 人間健康科学研究科

【背景と目的】運動は、記憶・学習、情動反応、認知・実行機能といった多様な精神機能に影響を及ぼす。これは運動がある特定の脳領域のみを賦活するというより、複数の脳領域が協調して機能的神経回路を賦活することを示唆している。そこで本研究では免疫組織化学的手法を用いて運動中の脳全体の神経活動を測定し、その脳領域間の神経活動に相関分析を用いることで機能的神経回路の同定を目指した。

【方法】Wistar 系雄ラットを用い、異なる運動強度（0,15,25 m/min）で 30 分間の急性トレッドミル走を行った。運動時の神経活動は c-Fos 免疫組織化学法を用いて検討した。対象脳領域は主として情動や運動に関連する 17 領域とした。運動中に賦活する神経活動の空間的变化について解析し、さらに脳領域間の相関分析を用いて機能的神経回路のマッピングを行い運動による変化を検討した。

【結果】複数の脳領域において運動中の神経活動に運動強度による差異が認められ、賦活した脳領域の空間的パターンは運動強度により異なることが示された。さらに、機能的神経回路マップのパターンも運動強度によって異なることが示唆された。

【結論】本研究の免疫組織化学的手法を用いた機能的神経回路の同定法は運動と脳に関する機能解明に有効なツールとなるかもしれない。

一過性運動で記憶固定化が高まるラットモデル確立までの道のり：私の失敗や工夫

井上恒志郎

北海道医療大学 大学教育開発センター／リハビリテーション科学部

ヒトを対象とした研究において、学習後の記憶固定化のタイミングで中強度以上の運動を介入すると記憶の想起成績が高まること、すなわち一過性中強度運動による記憶固定化の促進が報告されている。しかしながら、その運動効果を支える詳細な神経・分子機構や低強度運動の有用性は明らかになっておらず、これらの問題解決のためには実験動物モデルの確立が不可欠である。

ヒトと同様に、報酬や罰（嫌悪刺激）といった学習の強化因子を用いずに実験動物の記憶評価が可能な方法の一つに位置認識試験（OLT, Object Location Test）が挙げられる。OLT は、げっ歯類の新規性を好む特性を利用した試験であり、物体に対する自発的な探索行動の変化から海馬が司る空間記憶を評価する。既に多分野で広く利用されているものの、自発性を基盤とした試験であることから、プロトコルや環境などの実験条件を適切に設定することが空間記憶の正確な評価につながるといわれている。

これまで我々は、OLT を用いて一過性中強度運動で記憶固定化が高まるラットモデルの確立に成功し、この運動効果が海馬 CA1 での新規タンパク質合成を介すことを明らかにしている。今回は、このラットモデル確立までに行った予備実験での失敗や工夫を紹介しながら、OLT を用いた記憶評価の“コツ（のようなもの）”について情報を提供したい。

研究会および懇親会会場 周辺地図

