

第28回日本体力医学会 北海道地方会大会プログラム

日時：2026年6月13日（土）

会場：札幌医科大学

主催：一般社団法人日本体力医学会北海道地方会

地方会会長挨拶

一般社団法人日本体力医学会北海道地方会会長

札幌医科大学 保健医療学部理学療法学科教授

谷口圭吾

地方会会長を仰せつかっております、札幌医科大学 保健医療学部 理学療法学科の谷口圭吾でございます。第28回日本体力医学会北海道地方会大会の開催を迎えるにあたり、一言ご挨拶申し上げます。

今年度の学術集会は、札幌医科大学を会場に対面形式にて開催させていただきます。

特別講演は、名古屋大学 総合保健体育科学センター 教授の石田浩司先生より「運動時の呼吸の統合的理解 -呼吸はどこまで戦略的か-」というタイトルでご講演いただきます。大変お忙しいところ北海道までお越しいただき、貴重なご講演を賜ります。これまでの30年のご研究を総括され、運動開始直後の換気応答戦略に関する基礎的な知見や、長年の謎である運動時換気亢進のメカニズムについて石田先生の最新説をご紹介いただけると伺っております。

また、一般演題には11演題の登録があり、様々な研究分野から興味深い発表が予定されています。発表および質疑応答を通じて、発表者の皆さまならびに参加者の

皆さまの今後の教育研究活動の発展につながることを切に願っております。本大会も前回大会に引き続き、学生が筆頭演者である演題のなかから特に優れた発表について学術奨励賞を授与する予定です。学生の皆さまの素晴らしい発表を楽しみにしております。

末筆となりますが、2026年度の始めの本大会を通じて、参加者の皆さま方の研究活動のより良いスタートにつながり、本地方会がさらに盛り上がることを祈念し、ご挨拶とさせていただきます。

2026年6月

会場のご案内



施設配置と最寄り駅との位置関係

会 場：札幌医科大学 記念ホール（事前案内から変更しております）

Map URL：<https://maps.app.goo.gl/yaxtLu6peMLva8Tq5>



Map QRコード

<各種交通機関>

地下鉄：東西線「西18丁目駅」 2番または6番出口より徒歩約5分

市 電：「西15丁目」 駅より徒歩約5分

バ ス：JR北海道バス「医大病院前」（JR札幌駅バスターミナル7番のりばから啓明線 [51] に乗車）

<駐車場>

無料駐車場はございません。有料駐車場は近隣の民間駐車場、または以下をご利用ください。

<https://web.sapmed.ac.jp/hospital/access/mumhv600000033px.html>

会場では参加者へのインターネット・Wi-Fiサービスの提供はございませんのでご注意ください

参加者へのお知らせ

参加費 無料

受付 11:45より開始いたします。

抄録集 (本大会プログラム)

各自で事前にプリントアウトしたものをご準備いただくか、もしくはご自身のPCやスマートフォン等でご確認いただくようお願い申し上げます。

一般演題発表者へのお知らせ

パソコン 会場備え付けあるいはご自身で持ち込まれたパソコンで発表をお願いいたします。会場備え付けのパソコンを使用される場合は、発表用データをUSBメモリでご持参いただき、一般演題の開始前までに発表用のデータを会場備え付けのパソコン (Windows 11) にコピーし、動作確認を行ってください。プレゼンテーション用ソフトは、PowerPoint 2024 (予定) です。ご自身で持ち込まれたパソコンの接続については、HDMI、RGB、USB Type-Cの接続アダプタを準備しますが、念のため、ご自身の接続アダプタもご持参ください。

発表時間 10分 (発表8分、質疑応答2分)

学会誌「体力科学」への抄録掲載 発表者、共同演者ともに日本体力医学会員でなくても発表は可能です。ただし、「筆頭演者が非会員」の場合、学会誌（体力科学）への抄録掲載は、一編につき3,000円の掲載料を著者に負担いただくことになっておりますことをご了解ください。なお、学会誌（体力科学）への抄録掲載を希望しない場合、掲載料は不要です。

日程表

12:25 開会

12:30～13:30 特別講演

「運動時の呼吸の統合的理解 -呼吸はどこまで戦略的か-」

演者：石田 浩司 先生（名古屋大学 総合保健体育科学センター）

座長：岩本 えりか 先生

（札幌医科大学 保健医療学部）

13:40 ～ 14:30 一般演題①（体温調節・循環）

座長：森田 憲輝 先生

（北海道教育大学岩見沢校）

14:40 ～ 15:40 一般演題②（換気・運動器・脳波）

座長：榊 善成 先生

（北海道教育大学岩見沢校）

15:50 ～ 16:20 総会

16:20

閉会

一般演題 一覧

13:30 ~ 14:30 一般演題① (体温調節・循環)

座長：森田 憲輝 先生

(北海道教育大学岩見沢校)

*学生(大学院生を含む)が筆頭演者の発表

01* 赤ビーツ飲料による4週間の食事性硝酸塩摂取が寒冷誘発性熱産生に及ぼす影響：健康成人を対象とした単群パイロット研究

○鎌田久喜¹，有住隼人¹，Birhanu Zeleke Tilinti¹，平野ゆめみ¹，渡邊祐介²，

米代武司³，松下真美⁴，斉藤昌之⁵，崎浜靖子⁶，若林齊¹

¹北海道大学大学院工学研究院，²北海道大学病院，³東北大学大学院医学系研究

科，⁴天使大学看護栄養学部，⁵北海道大学大学院獣医学研究院，⁶北海道大学大学院農学研究院

02* 異なる気候帯居住者における軽度寒冷時の体温調節応答の地域差：中長期的な寒冷適応への示唆

○有住隼人¹，鎌田久喜¹，Biplob Kanti Biswas¹，堀畑実希¹，名倉堯哉²，西村貴

孝³，若林齊¹

¹北海道大学大学院工学研究院，²九州大学芸術工学府，³九州大学大学院芸術工学

研究院

03* 居住地域の気候区分の違いが軽度暑熱曝露時の生理応答に及ぼす影響

○樋口恒介¹, 福田純大¹, 名倉堯哉², 西村貴孝³, 若林齊¹

¹北海道大学大学院工学院, ²九州大学芸術工学部, ³九州大学芸術工学研究院

04* 脳血流調節予備能の低下は認知活動時の脳血流応答を増大し課題成績を低下させる

○赤沼航季¹, 恒川新¹, 山本咲希¹, 片寄正樹², 根木亨², 岩本えりか²

¹札幌医科大学大学院, ²札幌医科大学

05* 食後高血糖は筋酸素取り込み低下を介して運動時昇圧を増大させるか？

○恒川新¹, 赤沼航季¹, 山本咲希¹, 根木亨², 片寄正樹², 岩本えりか²

¹札幌医科大学大学院, ²札幌医科大学

14:40 ~ 15:40 一般演題② (換気・運動器・脳波)

座長：榊 善成 先生

(北海道教育大学岩見沢校)

*学生 (大学院生を含む) が筆頭演者の発表

06 換気量増大に伴う呼吸システムの定型化戦略：相平面解析によるアプローチ

○松浦亮太¹，古内まりな²，柚木孝敬³

¹上越教育大学，²北海道大学大学院教育学院，³北海道大学大学院教育学研究院

07* 漸増負荷運動時の換気変動特性：運動習慣を有する男子大学生を対象とした検討

○古内まりな¹，松浦亮太²，柚木孝敬³

¹北海道大学大学院教育学院，²上越教育大学，³北海道大学大学院教育学研究院

08* 反復的な持ち上げ動作が腰部多裂筋スティフネスの経時的変化に及ぼす影響：Stoop法とSquat法の比較

○澤野 純平¹，小出所 大樹²，中尾 学人²，奈良 銀二¹，足立 梨紗¹，石山 輝

希¹，氣田 寿華¹，平山 翔太¹，櫻井 詩織¹，柏谷 芽衣¹，谷口 圭吾²

¹札幌医科大学大学院，²札幌医科大学

09* 等尺性収縮中における大腿二頭筋長頭の弾性率の筋内部位差
-膝関節角度に着目して-

○奈良銀二，中尾学人，足立梨紗，石山輝希，氣田寿華，澤野純平，平山翔太，

谷口圭吾

札幌医科大学

10* 自己ペース運動における β 帯域脳律動は運動間隔の違いで変化する
：脳波研究

○祐川岳大¹，酒井啓吾¹，小菅凜¹，松田裕弥¹，岩田昴樹^{1,2}，安部千秋^{1,2}，
佐々木健史¹，菅原和広¹

¹札幌医科大学，²札幌柏葉会病院

11* リズム聴覚刺激に同期したペダリングにおけるケイデンスの違いが
筋内・筋間コヒーレンスに及ぼす影響

○酒井啓吾¹，松田裕弥¹，小菅凜¹，岩田昴樹^{1,2}，安部千秋^{1,2}，祐川岳大¹，
佐々木健史¹，菅原和広¹

¹札幌医科大学，²札幌柏葉会病院

特別講演

抄録

特別講演

運動時の呼吸の統合的理解 -呼吸はどこまで戦略的か-

石田 浩司

名古屋大学 総合保健体育科学センター

30年以上にわたり進めてきた「運動と呼吸」の研究について、本講演ではその集大成として「統合的理解」を試みる。

運動時に毎分換気量は増加する（運動時換気亢進）。その動態は個人や集団、あるいは条件/環境によって異なる。我々は、代謝要因が関与しない運動開始直後の約20秒間（Phase I）における換気応答に着目し、その個人差や条件による違いを明らかにしてきた。注目すべきことは、単に毎分換気量が増加するだけでなく、呼吸数や一回換気量の動態が個人や条件で異なる、つまり呼吸の「ストラテジー（戦略）」が異なることである。

この運動時換気亢進のメカニズムは100年以上も論争が続き、「ウルトラシークレット」と呼ばれている。講演の後半では、2012年に発表した総説（体力科学英語版）で私なりに提案した新説とその実証の試みを紹介するとともに、これらをさらに発展させた最新の説（新新説）についても言及する。

【略歴】

<学歴>

- 1985年3月 神戸大学教育学部中等教員養成課程体育科 卒業
- 1987年3月 神戸大学大学院教育学研究科修士課程 修了（教育学修士）
- 1994年6月 名古屋大学 博士（医学） 授与（論文博士）

<職歴>

- 1987年4月 名古屋大学 総合保健体育科学センター 助手 採用
- 1991年4月 名古屋大学 大学院医学研究科 兼任（2005年3月まで）
- 2005年4月 名古屋大学 総合保健体育科学センター 教授 昇任
名古屋大学 大学院教育発達科学研究科 兼任（2014年3月まで）
- 2010年4月 オックスフォード大学医学部 生理学解剖学遺伝学部門客員研究員（2011年3月まで）
- 2014年4月 名古屋大学 大学院医学系研究科 兼任
- 2025年4月 名古屋大学 総合保健体育科学センター センター長

<所属学会>

日本体力医学会（評議員）、日本体育・スポーツ・健康学会（元代議員）、日本運動生理学会、日本生理学会、日本体力医学会東海地方会（理事、前理事長）、European College of Sport Science

一般演題

抄録

赤ビーツ飲料による 4 週間の食事性硝酸塩摂取が寒冷誘発性熱産生に及ぼす影響： 健康成人を対象とした単群パイロット研究

○鎌田久喜¹, 有住隼人¹, Birhanu Zeleke Tilinti¹, 平野ゆめみ¹, 渡邊祐介²,
米代武司³, 松下真美⁴, 斉藤昌之⁵, 崎浜靖子⁶, 若林斉¹

¹北海道大学大学院工学研究院, ²北海道大学病院, ³東北大学大学院医学系研究科,

⁴天使大学看護栄養学部, ⁵北海道大学大学院獣医学研究院, ⁶北海道大学大学院農学研究院

【背景・目的】褐色脂肪組織 (BAT) を介した非ふるえ熱産生は、寒冷耐性に寄与する。赤ビーツに含まれる硝酸塩は、体内で一酸化窒素に還元され、血管拡張の促進や代謝活性を亢進させる可能性がある。動物実験では、長期的な硝酸塩の摂取が白色脂肪組織の褐色化を促し、熱産生を増加させることが示唆されている。しかし、ヒトを対象とした赤ビーツの長期摂取による熱産生亢進作用について十分に検討されていない。本パイロット研究は、赤ビーツ飲料による 4 週間の食事性硝酸塩摂取が、健康な若年男性における寒冷誘発性熱産生 (CIT) を増強するかどうかを検証することを目的とした。

【方法】介入前後に全身への軽度寒冷曝露試験を実施した。健康な成人 10 名 (20.8±1.0 歳) を対象とし、熱的中立環境 (27°C, 相対湿度 40%) で 20 分間安静にさせ、ベースライン値を測定した。その後、周囲温度を 20 分かけて 19°C まで徐々に低下させ、軽度寒冷環境下で 100 分間の仰臥位安静をさせた。鎖骨上窩と胸部の皮膚温度差 ($T_{scv-chest}$), 呼気ガス, 皮膚血流量等を連続的に記録した。

【結果】介入後、BAT 活性の代替指標である $T_{scv-chest}$ に上昇の傾向が認められた ($P < 0.1$) (介入前: 1.06°C [95% CI: 0.693, 1.43], 介入後: 2.06°C [1.09, 3.03])。また、代謝量のベースラインからの変化量 (CIT) は、軽度寒冷曝露 60 分後において介入後に有意な高値を示した ($P < 0.05$) (介入前: -1.32W [-3.08, 0.44], 介入後: 6.24W [1.27, 11.21])。さらに、介入前後における $T_{scv-chest}$ の変化量と CIT の変化量との間に、正の相関の傾向がみられた ($r=0.677$, $P=0.065$)。

【考察】本パイロット研究の結果から、4 週間の赤ビーツ飲料摂取が鎖骨上窩周辺の BAT を活性化させ、軽度寒冷曝露時の CIT を亢進させることが示唆された。

異なる気候帯居住者における軽度寒冷時の体温調節応答の地域差 ：中長期的な寒冷適応への示唆

○有住隼人¹，鎌田久喜¹，Biplob Kanti Biswas¹，堀畑実希¹，名倉堯哉²，西村貴孝³，若林斉¹

¹北海道大学大学院工学研究院，²九州大学芸術工学府，³九州大学大学院芸術工学研究院

【目的】

本研究は，寒冷地及び温暖地在住者における寒冷適応様式の差異を比較するとともに，寒冷地在住者内の出生地の違いが適応様式に及ぼす影響を検討することを目的とした。

【方法】

実験対象者は18歳以上の健康な成人男性で，北海道在住者34名（道内出身群13名，道外出身群21名）及び福岡在住者40名とした。

冬季に軽度寒冷曝露試験を実施し，27℃で10分間のBaseline測定後，20分かけて19℃まで低下，70分間維持した。測定項目は直腸温，皮膚温，皮膚血流および呼気ガス応答とした。

【結果】

地域間比較では，北海道群は%Baselineで前腕皮膚血流が有意に高く（ $P<0.05$ ），末梢皮膚温も有意に高値であった（ $P<0.05$ ）。さらに寒冷曝露時の代謝量は有意に高値であった（ $P<0.05$ ）。北海道群のサブグループ比較では，代謝量に差は見られず，道内出身群で%Baselineの指尖皮膚血流が有意に低値であった（ $P<0.05$ ）。さらに末梢部皮膚温も有意に低値であった（ $P<0.05$ ）。

【考察】

北海道群では，安静時代謝および非ふるえ熱産生ともにわずかに高い傾向を示し，寒冷曝露時の高い代謝量に寄与した可能性がある。これにより強い血管収縮を伴わず深部体温を維持している可能性が示された。一方，サブグループ比較では代謝亢進に差は見られず，道内出身群で末梢血管収縮を亢進させる断熱型適応が示された。

【結論】

代謝型適応は比較的短期間の寒冷地居住で生じる一方，断熱型適応は長期曝露で形成される可能性が示唆された。

居住地域の気候区分の違いが軽度暑熱曝露時の生理応答に及ぼす影響

○樋口恒介¹, 福田純大¹, 名倉堯哉², 西村貴孝³, 若林斉¹

¹北海道大学大学院工学院, ²九州大学芸術工学府, ³九州大学芸術工学研究院

【目的】

夏季の暑熱順化には地域差が存在することが示されている。近年の地球温暖化に伴う熱中症リスクの増大を踏まえると、熱中症対策の地域最適化には暑熱順化の地域差を把握する必要がある。本研究の目的は、居住地域の気候区分の違いが夏季の暑熱順化に伴う生理応答の変化に及ぼす影響を検討することとした。

【方法】

北海道群 45 名, 福岡群 40 名を対象とし, 夏季に軽度暑熱曝露実験を実施した。座位安静で室温 27°C, 相対湿度 50%で 10 分間維持したのち, 25 分かけて室温を 36°Cまで上昇させ, 室温 36°C, 相対湿度 50%で 90 分間維持した。測定項目は, 室温, 相対湿度, 深部体温(直腸温), 皮膚温 9 部位, 皮膚血流量 2 部位, 局所発汗量 2 部位, 心拍数, RR 間隔を連続測定し, 昇温後 15 分毎に血圧, 主観申告を測定した。実験前後には体重を測定してそこから総発汗量を算出した。

【結果】

直腸温について, 実験前後で比較すると福岡群では有意差はなく, 北海道群では有意な低下がみられた ($P < 0.01$)。平均皮膚温は実験中終始, 福岡群が北海道群より有意に高い値を示した ($P < 0.05$)。総発汗量は北海道群が福岡群より有意に高値を示した ($P < 0.05$)。心臓自律神経活動の指標である LF/HF は暑熱曝露中盤で北海道群が福岡群より有意に高い値を示した。

【考察】

直腸温の結果から, 両群ともに暑熱曝露に対して深部体温を維持できたと言える。総発汗量の結果から, 北海道群の直腸温の低下は過剰な発汗反応が原因である可能性がある。一方で福岡群は皮膚温を上昇させることで乾性熱放散を促進し, 少ない発汗で効率よく熱放散をしていたことが考えられる。さらに, 発汗反応で低値を示したことや LF/HF の結果から, 福岡群は日常の暑熱曝露によって馴化 (habituation) が生じた可能性が示唆される。

【結論】

同一の軽度暑熱曝露時に, 北海道在住者は慣れない暑さに対して発汗による熱放散反応を過剰に示し, 福岡在住者は皮膚温の上昇による乾性熱放散を促進することでより少ない発汗で体温調節を行う可能性が示された。

脳血流調節予備能の低下は認知活動時の脳血流応答を増大し課題成績を低下させる

○赤沼航季¹, 恒川新¹, 山本咲希¹, 片寄正樹², 根木亨², 岩本えりか²

¹札幌医科大学大学院, ²札幌医科大学

【背景】

若年者では、認知活動時に明確な脳血流増加を示さないという報告がある一方で、軽度認知機能障害を有する高齢者では、安静時脳血流が低く、認知機能が低いほど認知活動時の酸素化応答が増大することが報告されている。この相反する知見の背景には、若年者では安静時に脳血流が多く、脳血流調節予備能が高いため認知活動時に大きな脳血流増加を必要としない一方、高齢者では予備能低下により代償的な脳血流応答を要している可能性があるという仮説を立てた。

【目的】

若年者において、下半身陰圧負荷（LBNP）により脳血流調節の予備能を低下させた条件下では、認知活動時の脳血流応答が増加し、課題成績が低下するかを検証すること。

【方法】

健康若年男女7名に対し、2分のベースライン後、安静もしくはLBNPを開始し、その3分後に認知課題（COG）を行う2試行（COG試行、COG+LBNP試行）をランダムで実施した。COGはStroop課題とし、正答数を計測した。脳血流の指標として、内頸動脈（ICA）の血管径と血流速度を測定し、ベースラインの後半1分間、COG直前1分間とCOG後半50%の平均値を算出した。

【結果】

認知課題の正答数はCOG+LBNP試行で低値を示した（ $P < 0.01$ ）。さらに、認知課題によるICA血流量の増加率はCOG+LBNP試行にて高値を示した（ $P < 0.01$ ）。反復測定相関では、LBNPにより安静時のICA血流量が低下するほど、COG+LBNP試行で正答数が減少した（ $r_{(m)} = 0.81, P = 0.02$ ）。

【考察】

脳血流調節の予備能を減少させたCOG+LBNP試行では、若年者でも認知活動時のICA血流量が増加しており、課題遂行に対して代償的に大きな脳血流応答を要した可能性がある。また、LBNPによるICA血流量の低下と課題成績に正の関係があることから、脳血流調節の予備能が低下した状態では、認知活動時の脳の代謝需要に応答しきれずに、課題成績が悪化した可能性がある。

【結論】

脳血流調節予備能の低下は、認知活動時の脳血流応答を増大し、課題成績を低下させる可能性がある。

食後高血糖は筋酸素取り込み低下を介して運動時昇圧を増大させるか？

○恒川新¹，赤沼航季¹，山本咲希¹，根木亨²，片寄正樹²，岩本えりか²

¹札幌医科大学大学院，²札幌医科大学

【背景】

2型糖尿病患者では，運動時昇圧の増大および筋酸素取り込み低下が認められる．また，筋酸素取り込み低下は運動時昇圧との関連が指摘されている．一方，空腹時血糖値が正常な若年者においても，食後高血糖により運動時昇圧が増大することが明らかにされているが，その機序として筋酸素取り込み低下が関与するかは不明である．

【目的】

若年者を対象に，食後高血糖時における運動時の筋酸素取り込みが低下するか，また筋酸素取り込みと血圧応答との関係を検討すること．

【方法】

空腹時血糖値が正常な男女8名（22±2歳，Mean±SD）を対象に，高血糖試行（ブドウ糖を含有する炭酸水を摂取）とコントロール試行（炭酸水を摂取）の2試行を別日にランダム順で実施した．経口負荷60分後から30%最大随意収縮強度の静的ハンドグリップ運動を3分間実施した．運動中の血圧応答と，近赤外線分光法を用いた前腕の筋酸素動態（筋酸素飽和度，以下StO₂）を測定し，両者の個人内相関を反復測定相関にて解析した．

【結果】

高血糖試行において，運動中の血圧はコントロール試行と比較して高値を示した（ $P=0.02$ ）．また，運動によるStO₂の低下量（ ΔStO_2 ）はコントロール試行と比較して小さかった（ $P=0.01$ ）．さらに， ΔStO_2 と運動時の血圧増加量との間には有意な負の相関を認めた（ $r_{\text{rm}}=-0.81$ ， $P<0.01$ ）．

【考察】

食後高血糖時には運動時の筋酸素取り込みが低下し，筋酸素取り込みが低いほど昇圧が大きかった．このことから，食後高血糖による酸素利用能低下により，活動筋への酸素供給が不足し，運動時常圧の増大を引き起こした可能性が示唆された．

【結論】

食後高血糖は，静的ハンドグリップ運動時の筋酸素取り込みを低下させ，この筋酸素取り込み低下は運動時昇圧の増大に寄与した可能性がある．

換気量増大に伴う呼吸システムの定型化戦略：相平面解析によるアプローチ

○松浦亮太¹，古内まりな²，柚木孝敬³

¹上越教育大学，²北海道大学大学院教育学院，³北海道大学大学院教育学研究院

【目的】

漸増負荷運動における換気量の増大は，初期には主に一回換気量の増加に依存するが，負荷が高まると呼吸数の増加が主導するようになる．この際，呼吸は時間的・機械的制約によりシステム全体として定型化すると考えられるが，定型化が呼吸周期内のあらゆる局面（位相）で均一に生じるか否かについては明らかにされていない．本研究の目的は，漸増負荷運動時における呼吸流速とその加速度から相平面図を描き，呼吸動態の呼吸間変動が位相依存的に変容するか否かを検討することであった．

【方法】

健常成人男性（ $n = 13$ ）を対象に漸増負荷運動を疲労困憊まで実施し，呼気ガス分析器を用いて呼吸流速を連続測定した．呼吸流速とその加速度を成分とした相平面図を各呼吸で描き，軌道半径を呼吸動態の指標とした．各呼吸の相平面軌道を10度間隔（5～15度を10度区間とする計35個の位相）で分割し，各位相における半径の最大値を代表値とした．運動開始から疲労困憊までの時間を100%に正規化し，10～70%（10%刻み），75～90%（5%刻み），および疲労困憊時に相当する各60秒区間において，各位相の半径の平均値および変動係数（CV）を算出した．

【結果】

負荷増大に伴い，吸気から呼気への切り替え直後に相当する10度区間，および呼気最終盤の170度区間において，全位相の平均値から外側へ突出する動態が認められた．一方，CVはこれら両区間を含めた複数の位相において負荷増大に伴う有意な低下を示した．

【考察】

負荷増大に伴って呼吸相の転移局面（10度および170度区間）の出力が特異的に増大したにもかかわらず，同区間における呼吸間変動（CV）が他の位相と同様に有意に低下した．これは，呼吸システムがこれらの切り替え局面において特異的に出力を増大しつつ，その軌道の呼吸間ばらつきを他の局面と同等レベルにまで固定化し，高頻度換気を維持しようとする戦略を持つことを示唆する．

漸増負荷運動時の換気変動特性：運動習慣を有する男子大学生を対象とした検討

○古内まりな¹，松浦亮太²，柚木孝敬³

¹北海道大学大学院教育学院，²上越教育大学，³北海道大学大学院教育学研究院

【背景】運動時の換気指標は，定常状態下であっても一呼吸ごとに変動する．最近，こうした換気変動性について，高度に鍛錬された男性持久系競技者では，高強度運動領域において一回換気量 (V_t) の変動性が低下することが報告されており，その背景には，換気の機械的制約の関与が示唆されている．

【目的】本研究では，運動習慣を有する男子大学生を対象として，漸増負荷運動時における換気変動性の特徴を明らかにすることを目的とした．

【方法】日常的に競技スポーツ活動を行う男子大学生 16 名を対象に，自転車エルゴメーターを用いた漸増負荷運動テストを疲労困憊 (=最大仕事率) に至るまで実施した．テスト中の換気指標を一呼吸ごとに測定し，換気変動性は，分時換気量 (VE)， V_t ，呼吸数 (fR) について，連続差の二乗平均平方根 (RMSSD) を用いて評価した．最大仕事率に対する相対強度を 4 区間 (0-25%，25-50%，50-75%，75-100%) に区分し，各区間における RMSSD の平均値を算出した．また，運動テスト前に安静座位にて努力性肺活量 (FVC) を測定し，FVC に対する V_t の割合 (% V_t /FVC) を換気の機械的制約を反映する指標として用いた．

【結果】 V_t の RMSSD (V_t -RMSSD) は，0-25%区間に比べて 25-50%，50-75%，75-100%区間で有意に高い値を示し，さらに，25-50%区間に比べて 50-75%および 75-100%区間で有意に高い値を示した．一方で，50-75%区間と 75-100%区間の V_t -RMSSD に有意差は認められなかった．75-100%区間における V_t -RMSSD と % V_t /FVC の間に有意な関係は認められなかった．

【考察】このように本研究では，高強度運動領域 (75-100%区間) においても V_t 変動性は低下せず，% V_t /FVC とも関連しなかった．これらの結果から，鍛錬者で報告されている高強度運動時における V_t 変動性の低下は，運動強度の増加に伴う普遍的な反応ではなく，高度な持久的鍛錬に関連した換気調節特性を反映している可能性が考えられる．

反復的な持ち上げ動作が腰部多裂筋スティフネスの経時的変化に及ぼす影響 : Stoop 法と Squat 法の比較

○澤野 純平¹, 小出所 大樹², 中尾 学人², 奈良 銀二¹, 足立 梨紗¹, 石山 輝希¹
氣田 寿華¹, 平山 翔太¹, 櫻井 詩織¹, 柏谷 芽衣¹, 谷口 圭吾²
¹札幌医科大学大学院, ²札幌医科大学

【目的】

反復的な持ち上げ動作は職業性腰痛の発症・増悪に関与し, 腰部への力学的負荷を増大させる要因の一つである. 腰痛者では腰部多裂筋の筋スティフネスが高値を示すことが報告されており, 多裂筋スティフネスは腰痛の病態や腰部負荷と関連する可能性がある. 持ち上げ動作様式には, 体幹前後傾を主体とする Stoop 法と, 股・膝関節屈伸を主体とする Squat 法がある. Stoop 法では体幹前傾に伴い多裂筋スティフネスが上昇する一方, Squat 法ではその上昇が抑制される可能性がある. しかし, 反復的な持ち上げ動作に伴う多裂筋スティフネスの経時的変化と動作様式の影響は明らかでない. 本研究は, 両条件で反復的な持ち上げ動作を実施し, 腰部多裂筋せん断弾性率を経時的に測定することで, 筋スティフネスに及ぼす動作様式および反復負荷の影響を明らかにすることを目的とした.

【方法】

健常成人 6 名が 10 kg の荷物を Stoop 条件および Squat 条件で 15 回×5 セット持ち上げ動作を実施した. 腰部多裂筋のせん断弾性率は, 超音波せん断波エラストグラフィーを用いて, 動作前および各 1~5 セット後の休憩中に測定した. 統計解析には, 動作様式 2 水準と測定時点 6 水準の 2 要因反復測定分散分析を用いた.

【結果】

動作様式と測定時点の交互作用および動作様式の主効果は有意ではなかった ($p>0.05$). 一方, 測定時点の主効果は有意であった ($p<0.01$). 両条件を平均処理した多重比較では, 4 セット後 (20.6 kPa) のせん断弾性率が, 動作前 (14.2 kPa) および 1 セット後 (16.8 kPa) より有意に高値を示した ($p<0.05$).

【考察】

動作様式による差が認められなかったことから, Stoop 法と Squat 法の違いよりも, 持ち上げ動作による負荷の蓄積が腰部多裂筋スティフネスの変化に関与した可能性がある. また, 4 セット後にのみ高値を示したことから, 腰部多裂筋の安静時スティフネス変化は, 持ち上げ動作直後からではなく, 一定回数の反復後に上昇することが示唆された.

【結論】

反復的な持ち上げ動作は, 動作様式にかかわらず, 腰部多裂筋の安静時スティフネスを上昇させる可能性が示唆された.

等尺性収縮中における大腿二頭筋長頭の弾性率の筋内部位差 —膝関節角度に着目して—

○奈良銀二, 中尾学人, 足立梨紗, 石山輝希, 氣田寿華, 澤野純平,
平山翔太, 谷口圭吾
札幌医科大学

【目的】

大腿二頭筋長頭 (BF1h) の近位部は肉離れの好発部位であり, その機序として局所への機械的負荷の集中が指摘されている. しかし, 受傷肢位に近い筋伸長位で, 収縮中の機械特性が単一筋内の部位で異なるかは不明である. そこで, 本研究は筋張力を反映する筋弾性率を指標に, 膝関節角度が BF1h の部位特異的な機械特性に及ぼす影響を明らかにすることを目的とした.

【方法】

健常男性 14 名を対象に, 最大トルクの 20% と 60% で等尺性膝屈曲課題を実施した. 測定肢位は股関節屈曲 90° で①膝屈曲 90° (SHORT), ②最大膝伸展可動域の 40% 膝伸展位 (MEDIUM), ③80% 膝伸展位 (LONG) とした. 超音波せん断波エラストグラフィを用い, 安静時と収縮中の BF1h 近位と遠位の弾性率を計測した. 受動成分と能動成分を併せた収縮中の弾性率 (総弾性率) と, 収縮中から安静時の値を引いた収縮弾性率を算出した.

【結果】

総弾性率は部位に主効果を認め, 肢位によらず遠位が近位より高値を示した ($p < 0.01$). 収縮弾性率は有意な交互作用 (部位 × 肢位) を認め, 遠位では LONG が SHORT より低値であった ($p < 0.01$). 一方, 近位では肢位間に差を認めなかった. また, SHORT では遠位の収縮弾性率が近位より高値であったが (74.9 vs 57.3 kPa; $p = 0.02$), LONG では近位が高値を示した (53.5 vs 39.7 kPa; $p = 0.04$).

【考察】

総弾性率では肢位によらず遠位が高い一方, そこから受動成分を引いた収縮弾性率では膝角度により部位差の傾向が変化した. この結果は, 収縮中の弾性率の部位差が筋長変化に影響を受けることを示唆する. さらに, 膝伸展位における近位の高い収縮弾性率は同部位への負荷集中を示唆し, 近位部で肉離れが好発する一因になりうる.

【結論】

膝伸展位での収縮に伴う筋弾性増加は, BF1h 遠位よりも近位で高くなる.

自己ペース運動における β 帯域脳律動は運動間隔の違いで変化する：脳波研究

○祐川岳大¹，酒井啓吾¹，小菅凜¹，松田裕弥¹，岩田昂樹^{1,2}，安部千秋^{1,2}，
佐々木健史¹，菅原和広¹

¹札幌医科大学，²札幌柏葉会病院

【背景】

随意運動では，運動前から実行中に β 帯域のパワーが低下し（ β ERD），運動後には一過性に増大する（ β ERS）． β ERSは運動後4～5秒程度でbaselineに戻るとされるが，baseline回復前後で次の運動を開始した際の β 帯域脳律動の違いは明らかでない．

【目的】

自己ペース運動における運動間隔の違いが，運動前後の β 帯域脳律動に及ぼす影響を脳波により明らかにする．

【方法】

健常成人8名を対象に，自己ペースでの右母指対立運動時の脳波変化を0.016～300 HzのFilter，1000 HzのSamplingで計測した．運動間隔は2～4秒（3秒条件），6～8秒（7秒条件），10秒以上（10秒以上条件）の3条件とし，各条件180回実施した．脳波は64 chデジタル脳波計で記録し，C1，C3，C5，FC3，CP3を左一次運動野領域の関心領域として解析に用いた．右短母指外転筋から筋電図を計測し，筋活動開始を運動開始基準（0 ms）とした．Temporal spectral evolution（TSE）により13～30 Hzの β 帯域活動を算出し，baselineは1回の筋活動が取り込まれるように3秒条件で-2～2秒，7秒条件で-5～5秒，10秒条件で-9～9秒とした．

【結果】

対象8名中7名で3条件全てにおいて β ERD（peak潜時約76 ms）および β ERS（peak潜時約880 ms）が観察された．条件間で β ERD peak振幅値に有意な差は認められなかったが， β ERS peak振幅値では10秒以上条件（20.1 [12.3] %，中央値 [IQR]）と比較して3秒条件（12.4 [3.5] %）で有意に低値を示した（ $p=0.023$ ）．

【考察】

β ERSは皮質の抑制状態を反映するとされる．運動実行時には β パワーが一定水準まで低下し，皮質が脱抑制状態になることが示唆されている．本研究の3秒条件では，次の運動を短時間で開始するため，運動後に生じる β ERS peakが低値となり，皮質が脱抑制しやすい状態を維持していた可能性がある．

【結論】

運動間隔が異なることで，運動後に観察される β 帯域脳律動が変化する可能性が示された．

リズム聴覚刺激に同期したペダリングにおけるケイデンスの違いが 筋内・筋間コヒーレンスに及ぼす影響

○酒井啓吾¹, 松田裕弥¹, 小菅凜¹, 岩田昴樹^{1,2}, 安部千秋^{1,2}, 祐川岳大¹,
佐々木健史¹, 菅原和広¹

¹札幌医科大学, ²札幌柏葉会病院

【背景】

リズム聴覚刺激 (RAS) は, ランニングやペダリングなどの交互性運動においてケイデンスを変化させ, 運動パフォーマンスも変化することが報告されている. しかし, その背景にある神経生理学的メカニズムは明らかになっていない. 本研究では, 大脳皮質からの下行性入力を反映する β 帯域の筋内・筋間コヒーレンスに着目した.

【目的】

RAS に同期したペダリングにおけるケイデンスの違いが, 内側広筋 (VM) および大腿二頭筋 (BF) の筋内・筋間コヒーレンスに及ぼす影響を明らかにする.

【方法】

対象は健常成人 14 名とし, 運動課題は RAS に同期したペダリングを 1 分間実施した. ペダリングのケイデンスは被験者ごとの快適, 快適-30%, 快適+30%の 3 条件を設定した. VM および BF の近位部・遠位部より運動課題中の筋電図を記録した. ペダリング 20 回転分の筋電図データを抽出し, β 帯域における筋内・筋間コヒーレンスを算出した. 運動パフォーマンスの指標として, ペダリングの変動性を評価した. 統計解析では, 運動パフォーマンス指標および筋内・筋間コヒーレンスについて, Friedman 検定を用いて 3 条件間を比較した.

【結果】

運動パフォーマンス指標では, 快適-30%ケイデンス条件において, 他 2 条件と比較してペダリングの変動性が有意に増大した. 一方, 筋内・筋間コヒーレンスのいずれにおいても, 3 条件間で有意差は認められなかった.

【考察・結論】

本研究では, 快適-30%ケイデンス条件でペダリングの変動性が増大したが, 筋内・筋間コヒーレンスには条件間で有意な差が認められなかった. このことから, ペダリングにおけるケイデンスの違いは運動パフォーマンスを変化させる一方で, β 帯域コヒーレンスに反映される大脳皮質からの下行性入力に影響を及ぼさない可能性が示唆された.

主催：一般社団法人日本体力医学会 北海道地方会

第28回日本体力医学会北海道地方会大会

発行：2026年6月

編集：一般社団法人日本体力医学会 北海道地方会事務局
札幌医科大学 保健医療学部 理学療法学科