

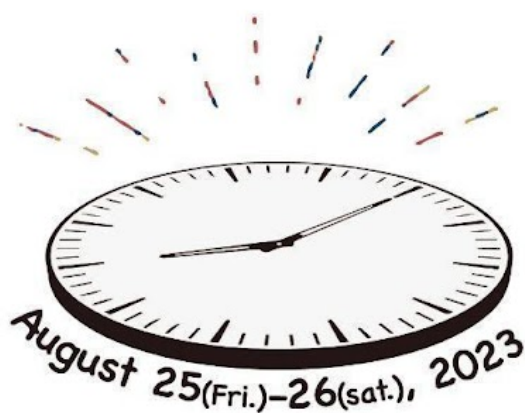


第10回

日本時間栄養学会学術大会

10周年記念シンポジウム

—広島大学霞キャンパス 広仁会館—



HIROSHIMA

大会長からの挨拶

昨今、新型コロナウイルス感染症の影響により様々な分野で学会のオンライン化が進み、本学会でも2年にわたり完全オンラインにて学術大会を行いました。昨年度より徐々に対面開催を再開する学会が増えつつあり、数年ぶりの対面参加にて直接交流する重要性をあらためて実感された方も多いと存じます。一方で、対面開催が問題なく実施できる状況であっても、自宅や勤務先から気軽に参加できるリモート参加の利便性は捨て難いものがあります。そこで本大会も、対面・オンラインの両方を取り入れたハイブリッド形式といたしました。個々人の生活スタイルに合わせた食生活や運動・睡眠習慣が重要であると同様に、じっくり対面で議論したい派、気軽に最新情報を得たい派、出張せず短時間だけ参加したい派など、個々人の事情にあわせた参加形式を選択できることが重要と考えております。ポスターセッションや交流会など対面にて直接議論を交わす場を設定するとともに、オンライン参加者同士やオンライン・対面参加者間でも活発に意見交換ができるよう準備をしております。

学術大会前日は、同じ場所にて10周年シンポジウムを開催し、夜には原爆ドーム側のおりづるタワーで懇親会を予定しております。この地に産・官・学の他分野にわたる機関・組織の第一線で活躍する研究者が集い、最新の研究成果を発表するとともに、時間栄養学のさらなる可能性・発展についての情報交換を行います。宮島にある厳島神社の大鳥居（1875年建立）の保存修理工事が約3年にわたって行われてきましたが、ついに完了し、その全景をご覧いただくことが可能となりました。例年8月末は残暑が厳しい時期ですが、歴史情緒溢れ、お好み焼きや牡蠣、レモンなど多様な食文化を有し、野球やサッカーなどスポーツが盛んな広島県に、皆さまぜひお越しください。

また時間栄養学分野の発展のためには、研究者だけでなく現場でご活躍の方にも参加いただき、活発な意見交換ができればと考えております。今年度から、学会内に託児所の設置、また学生の発表者を対象に、トラベルアワードを設けることにいたしました。対面および遠隔で皆様にお会いできるのを楽しみにしております。

新型コロナウイルス感染症の今後の状況が不透明であり、急遽オンライン開催のみになる可能性や、記念パーティーを中止する可能性がありますことを、ご理解いただければ幸いです。

広島大学大学院人間社会科学研究科 准教授

緒形ひとみ



第10回日本時間栄養学会学術大会 開催概要

開催日程：2023年8月26日（土）8:45～18:15

会 場：広島大学霞キャンパス 広仁会館（広島県広島市南区霞一丁目2番3号）

およびZoom

テーマ：みんなで広げる時間栄養学の輪

大会事務局：広島大学大学院人間社会科学研究科 スポーツ栄養学研究室

大会長：緒形ひとみ（広島大学大学院人間社会科学研究科 准教授）

大会ホームページ：<https://tenthchrononutriti.wixsite.com/home>

大会E-mail：tenth.chrononutrition@gmail.com

<注意事項>

本大会における無断での撮影、録音、録画、画面キャプチャ等の記録行為を禁止します。但し画面キャプチャによる保存を完全に防ぐ手段はありませんので、データの取り扱いにはご注意ください。

<大会中の連絡先>

上記のメールアドレスにご連絡をお願い致します。

<感染症対策>

新型コロナウイルスの「5類感染症」への移行に伴う対応として、広島大学の行動指針は廃止されましたが、発熱や咳、咽頭痛、倦怠感、呼吸困難があるなど体調が優れない方は、ご来場をお控えください。

現地参加者は、手指消毒をこまめに行ってください。

10周年シンポジウム 開催概要

開催日程：2023年8月25日（金）13:00～17:30

会 場：広島大学霞キャンパス 広仁会館（広島県広島市南区霞一丁目2番3号）

およびZoom

実行委員長：柴田重信（広島大学 特任教授）

第10回日本時間栄養学会学術大会プログラム

◆8月25日（金）10周年記念シンポジウム

- 12:00～ 受付開始
- 13:00～13:10 開会の挨拶 実行委員長：柴田重信（広島大学 特任教授）
- 13:10～14:10 阿部啓子（東京大学大学院農学生命科学研究科 特任教授）
「未病社会に貢献する機能性食品産業の基盤創出」
- 14:10～15:10 江崎禎英（社会政策課題研究所 所長）
「健康長寿社会の実現 ― 人生100年時代を如何に生ききるか ―」
- 15:10～15:20（休憩）
- 15:20～16:20 征矢英昭（筑波大学体育系 教授）
「認知機能を高める運動・栄養戦略：well-beingの実現に向けて」
- 16:20～17:20 中村丁次（神奈川県立保健福祉大学 名誉学長）
「栄養の総合力で人々を健康に、幸せにする」
- 17:20～17:30 閉会の挨拶、懇親会の案内 緒形ひとみ（広島大学）
（移動）
- 18:30～21:00 10周年記念パーティー@おりづるタワー

◆8月26日（土）第10回日本時間栄養学会学術大会

- 8:15～ 受付
- 8:40～8:55 総会 理事長：大石勝隆（産業技術総合研究所）
- 8:55～9:00 開会の挨拶 大会長：緒形ひとみ（広島大学）
- 9:00～10:30 シンポジウム① 座長：大池秀明（農業・食品産業技術総合研究機構）
吉村英一（国立健康・栄養研究所）「時間的要素を考慮した血糖調節の可能性」
榊原啓之（宮崎大学）「ストレス応答が過敏になる睡眠期の生体応答を制御できる食事の探索」
安藤仁（金沢大学）「不規則な朝食習慣が健康に及ぼす影響」
- 10:30～10:40（休憩）
- 10:40～11:25 一般演題（ポスター）フラッシュトーク

- 11:25～11:55 一般演題 ポスター発表（主に奇数）
- 11:55～12:25 一般演題 ポスター発表（主に偶数）
- 12:30～13:25 ランチョンセミナー（共催：太陽化学株式会社）
座長：田原優（広島大学）
内藤裕二（京都府立医科大学）「ガットフレイル：その概念と対策」
- 13:25～13:40 （休憩）
- 13:40～15:30 シンポジウム② 座長：高橋将記（東京工業大学）
林芙美（女子栄養大学）「健康で持続可能な食事の実現にむけて」
宮崎亮（島根大学）「体内時計機能の個人差に適した、時間運動学に基づく健康増進法」
前田 朝美（柴田学園大学）「体内時計から栄養と運動による健康を探る」
持田聖子（ベネッセ教育総合研究所）「子どもの生活習慣と健康・学習習慣について」
ー早稲田大学・ベネッセ教育総合研究所の共同研究よりー
- 15:30～15:40 （休憩）
- 15:40～16:50 シンポジウム③ 座長：緒形ひとみ（広島大学）
新田佳浩（7大会連続冬季パラリンピック出場、パラクロスカントリースキー界のレジェンド）
「選手を継続的に続ける秘訣」
牛尾会（広島大学病院リハビリテーション科）
「ジュニアアスリートにおけるビタミンD充足率」
総合討論
- 16:50～17:00 （休憩）
- 17:00～17:10 後援の挨拶
木村要子（広島県栄養士会 会長）
- 17:10～18:00 教育講演 座長：大石勝隆（産業技術総合研究所）
田中秀樹（広島国際大学）「地域、学校での睡眠マネジメント」
- 18:00～18:05 優秀発表賞 表彰式
- 18:05～ 閉会の挨拶 大会長：緒形ひとみ

ポスター発表

◆一般演題（ポスター発表）8月26日(土) 10:40~12:45

※下線：優秀発表賞エントリー演題

番号	発表者	タイトル
<u>P01</u>	馬渡 一諭	スタチ由来ポリメトキシフラボン・スタチチンの概日リズム調節作用と肝脂質代謝改善作用
P02	海野 美月	甘酒飲用による気分改善効果の時間帯別解析
<u>P03</u>	酒井 哲志	グアーガム分解物の摂取による夕食時の血糖値抑制効果に関する研究
<u>P04</u>	路 媛媛	ネムノキ抽出物の時間栄養学的研究
P05	山口 岳斗	ソイプロテイン継続摂取による血中アミノ酸動態について
<u>P06</u>	古谷 彰子	全粒粉100%パンの深夜喫食が睡眠・血糖値に与える影響
<u>P07</u>	田原 敦志	タンパク質の摂取タイミングの違いがヒトの筋肥大効果に及ぼす影響
<u>P08</u>	福家 冴佳	健常成人における胃排出速度と体内時計・生体リズムとの関連
<u>P09</u>	濱田 有香	自由生活下における間食摂取が血糖指標に与える影響
<u>P10</u>	吉武 理香子	十種競技選手の競技会中における血糖値の変動
<u>P11</u>	鍛島 秀明	夜中の夕食摂取に続く朝食欠食は日中の血管内皮機能を低下させる
<u>P12</u>	洲崎 礼紀	周期的な環境エンリッチメントによる時間ストレス学的研究
<u>P13</u>	谷口 楓果	周期的な環境エンリッチメントが生体に及ぼす影響の系統差および性差
<u>P14</u>	李 楠	妊娠期における鉄摂取タイミングの時間栄養学的検討
P15	志内 哲也	妊娠期の摂食リズムは仔の高次脳機能に影響を及ぼす
<u>P16</u>	鉄橋 佳奈	月経1周期分の菓子類摂取制限が女子大学生アスリートの体組成に与える影響
<u>P17</u>	野上 真央	月経周期、MDQ得点と生活習慣状況の関連性の検討
<u>P18</u>	馬 天天	慢性的な時差環境における概日時計および代謝の乱れの性差
<u>P19</u>	松島 佳子	アスリートの食事摂取はクロノタイプで異なるか？
<u>P20</u>	吉田なつめ	男子中学生野球選手の食習慣および体組成の関連性—クロノタイプと睡眠覚醒サイクルに着目して—
<u>P21</u>	木岡 一輝	男子大学生長距離ランナーにおけるSleep Difficulty Scoreは

		習慣的な炭水化物摂取量と負の相関を示す
P22	林 昭安	持久性運動に伴う胃内容排出速度および胃腸症状における性差
P23	金 鉉基	高齢者における身体活動パターンの違いと血中脂質との関連
P24	春口 知輝	離乳育成豚の血清の必須アミノ酸とグルコース濃度の日内変動におよぼす時間制限給餌の影響
P25	武井 仁志	マウスを用いた心理的ストレス負荷による睡眠障害の発症には顕著な性差が存在する
P26	藤平 紀歩	食餌のタイミングによる慢性腎臓病進展への影響
P27	丁 靖葦	マウスの活動期に見られるシエスタの抑制実験
P28	大池 秀明	高脂肪食の摂取タイミングによるマウスの難聴進行度の検討
P29	佐藤 智之	コリン欠乏高脂肪食による非アルコール性脂肪肝炎に対する時間制限給餌の影響
P30	浮田（柴崎）千絵里	時間栄養学に基づく栄養指導で体重を増量できた神経性やせ症の一例
P31	海老名 慧	経口摂取が進まない患儿へ食事時間を意識し介入した一例
P32	岡本 大輝	ナトリウムまたはカリウムの摂取量とアテネ不眠尺度の関連性:あすけん®に蓄積されたデータを用いた横断研究
P33	半澤 史聡	スマートフォンアプリによる女子大学生への生活リズム介入が体調と学修効果に及ぼす影響
P34	柴田 重信	各食事のNRF9.3栄養評価と肥満・高血圧や朝食シリアル摂取との関連
P35	森 達則	腸内細菌に影響を及ぼす食事の摂取パターン

第10回日本時間栄養学会学術大会

要 旨

一般演題

スダチ由来ポリメトキシフラボン・スダチチンの概日リズム調節作用と肝脂質代謝改善作用

馬渡 一諭^{1,2}, 小池 宣也³, 野原 一成², 敷島 康普⁴, 三浦 宏之⁴, 新居 佳孝⁵,
上番増 喬¹, 下畑 隆明¹, 八木田 和弘³, 高橋 章¹, Seung-Hee Yoo², Zheng Chen²

¹ 徳島大学 大学院医歯薬研究部 予防環境栄養学分野

² The University of Texas Health Science Center at Houston, Biochemistry & Molecular Biol.

³ 京都府立医科大学 大学院医学研究科 統合生理学部門

⁴ 池田薬草株式会社 ⁵ 徳島県立工業技術センター

【背景】 概日リズムは睡眠, 体温, 代謝などの基本的生理現象の周期を外環境に適応させ維持するリズム機構で, このリズムの不調は精神, 循環器, 糖尿病などの原因となっている. 当研究グループは柑橘類果皮に含まれるポリメトキシフラボン, ノビレチン-Nobiletin-投与が概日リズムの調節に作用することを報告した. さらに, 徳島県特産の柑橘類, スダチ特有のポリメトキシフラボン, スダチチン-Sudachitin-の精製粉末の取量を改善することに成功した. そこで本研究では, スダチチン投与による培養細胞および実験動物の概日リズムへの効果を評価することを目的とした.

【結果】 U2OS細胞にスダチチン1~10 μ Mを処置すると時計遺伝子*Bmal1*や*Per2*の発現リズムの振幅が有意に上昇した. 次にマウス組織中のスダチチン濃度を飛行時間型質量分析装置で測定すると, 精製スダチチン100 mg/kg BW単回経口投与後1時間の濃度は肝臓で約30 nmol/g tissueと最も濃度が高かったことから, 肝臓はスダチチンの主な作用組織である考えられた. そこで, 高脂肪食投与マウスに精製スダチチン100 mg/kg BWを1日毎に長期間経口投与し, 自発行動リズムと肝臓への影響を評価した. 明暗サイクル下の行動リズムはスダチチン投与群と非投与群の間に差はみられなかったが, 暗暗サイクル下では投与群で自発行動が高くなった. 肝臓のトランスクリプトーム解析では, スダチチン投与により概日リズム関連遺伝子に加えて, 脂質代謝関連遺伝子の変動がみられた. さらに, 肝臓の中性脂肪蓄積量と肝線維化・炎症関連遺伝子のmRNA量がスダチチン投与群で有意に低かった. 肝臓のメタボローム解析によるスダチチン投与群と非投与群の比較では, クエン酸回路関連代謝産物に多くの変化がみられた.

【まとめ】 スダチチンは概日リズムの調節に加えて, 肝臓に作用して脂質代謝を調整に作用する可能性が示唆された. さらにスダチチン投与は, 近年, 概日リズムとの関連が報告されている非アルコール性脂肪性肝疾患の進行を抑制する可能性が考えられた.

甘酒飲用による気分改善効果の時間帯別解析

○海野 美月¹、内藤 有香²、原田 真里那¹、藤井 力³、松原 主典¹

¹広島大学大学院人間社会科学研究科、²広島大学教育学部、³福島大学食農学類

【目的】食と健康の観点から腸内環境改善が注目され、中でも発酵食品の効果に高い関心が集まっている。われわれは、日本固有の発酵食品である酒粕の機能性に注目し研究を進めている。ストレス社会といわれる現代において気分の改善効果がある食品も注目されており、本研究では酒粕を含む甘酒を摂取することによる気分改善効果について時間帯に注目し検討を行った。

【方法】実施期間は5週間とした。対象はH大学の学生とし、日常的に運動をしている体育会所属学生10名と、その他の学生13名の計23名を甘酒飲用群と対照群でグループ分けを行った。1週目は予備期間とし、主観的気分測定システム（KOKOROスケール）への気分の入力のみで、2週目以降に甘酒粉末または甘酒粉末様のプラセボの摂取と気分の入力を行った。なお、試験は二重盲検法で実施した。甘酒粉末または甘酒様粉末のプラセボを週に3回以上、午前中に摂取してもらい、気分の入力は起床時・12時頃・15時頃・18時頃・21時頃・就寝時に行った。

【結果】安心感・やる気について両群とも大きな差は認められなかったが、甘酒飲用群の方が安心感・やる気が改善される傾向にあった。さらに、時間帯別かつ日常的に運動をしている体育会所属学生とその他の学生に分けて分析をおこなった。その結果、体育会所属の甘酒飲用群では、飲用開始後、起床時・21時のやる気や就寝前の安心感が向上していた。

【考察】起床時及び夜間（21時および就寝前）の時間帯において、体育会所属学生の甘酒摂取による気分改善効果が見られた。日常的な運動によって各時間帯における甘酒飲用の気分改善効果が高まる可能性が示唆された。

本研究の一部はSIP（戦略的イノベーション創造プログラム）「次世代農林水産創造技術」によって実施した。

グアーガム分解物の摂取による夕食時の血糖値抑制効果に関する研究

○酒井 哲志¹、藤平 杏子^{2,5}、大橋海音¹、福家 冴佳¹、WANG CHUNYI¹、FEI WEI¹、
安部 綾³、田原 優⁴、高橋 将記^{1,5}

¹ 東京工業大学 環境社会理工学院、² 日本学術振興会特別研究員、
³ 太陽化学株式会社ニュートリション事業部、⁴ 広島大学大学院 医系科学研究科、
⁵ 東京工業大学リベラルアーツ研究教育院

【目的】 食物繊維は、糖の吸収抑制作用により食後高血糖を抑制することが報告されている。また、血糖値抑制効果を有する機能性食品・飲料の効果は、1日の摂取タイミングにより異なる可能性が指摘されている（Takahashi et al. J Nutr Biochem, 2019, Eur J Clin Nutr, 2023）。本研究では、朝食と昼食時におけるグアーガム分解物（以下 PHGG）の摂取が夕食時の血糖値に及ぼす影響を検討することを目的とした。

【方法】 本研究では健常若年男性9名を対象として、1) PHGGを摂取する試行（PHGG試行）、2) プラセボを摂取する試行（プラセボ試行）の2試行を行うダブルブラインド・クロスオーバー試験を実施した。各試行において、対象者は朝食時、昼食時に規定食とともにPHGGあるいはプラセボを摂取した。夕食は規定食のみを摂取した。持続型血糖測定器を用いて朝食、昼食、夕食時の間質液中のグルコース濃度を測定し、食前、食後30分、60分、90分、120分で試行間の比較を実施した。また、各食後における曲線下面積（AUC）ならびに最大値を算出して比較した。

【結果】 グルコース濃度、AUCならびに最大値は、朝食時ならびに昼食時の全てのタイムポイントで、両試行に有意差は認められなかったが、夕食時において食後60分で、プラセボ試行と比較してPHGG試行では血糖値が有意に低かった（ $p = 0.041$ ）。夕食時における血糖値の最大値は、PHGG試行で低い傾向が認められた（ $p = 0.054$ ）。

【考察】 本研究の結果より、朝・昼のPHGG摂取は、夕食時の血糖値を低下させる可能性が示された。今回使用したPHGGは、腸内細菌叢による短鎖脂肪酸産生促進、糖の吸収抑制などの機序で血糖値上昇を抑制させることが示唆されている。これらの作用は、摂取数時間後に認められることが報告されており、この作用時間の差異が朝食・昼食時の摂取で夕食時の血糖値上昇抑制がみられた理由だと考えられる。

ネムノキ抽出物の時間栄養学的研究

○路 媛媛¹、柴田 重信¹、板谷（牧岡） 祐子²、田原 優¹

¹ 広島大学大学院 医系科学研究科

² コンビ株式会社ライフサイエンス事業部

【目的】体内時計は、私たちの生理的なプロセスを調節する上で重要な役割を担っている。しかし、現代社会のライフスタイルは、「社会的時差ボケ」と呼ばれる、体内時計と社会活動のミスマッチを引き起こすことが多い。この時差は平日と週末の生活リズムの違いがメインであり、このような生活パターンに長くさらされることは、様々な健康被害を引き起こすことに繋がる。ネムノキ (*Albizia julibrissin*) の樹皮は、古くから漢方薬の原料（生薬）として不安や不眠の治療に用いられており、この樹皮の熱水抽出物は、睡眠の質の向上や概日リズムを整える作用が確認されている。本研究では、ネムノキ抽出物による、培養細胞の時計遺伝子 *Per2* の発現リズムへの影響、および社会的ジェットラグへの影響を検討した。

【方法】(1) PER2::LUC KIマウス胚性線維芽細胞を用いて、*Per2* 遺伝子発現リズムをリアルタイム発光リズムとして評価した。発光リズムのピークとボトムの前後に様々な濃度のネムノキ抽出物を添加し、位相、振幅、周期の変化をモニターした。(2) 8週齢のICRオスマウスを用いて、実験群マウスの飼料にネムノキ抽出物含有商品（25%ネムノキ抽出物）またはデキストリンを0.5%添加した。通常の明暗条件下、さらに恒暗条件下で輪回し行動リズムを記録した。(3) 8週齢のICRまたはC57/BL6Jオスマウスを用いて、0.5%ネムノキ抽出物含有商品を添加した餌を与えた。1週間の通常明暗条件後、週末に3時間明暗を遅らせる社会的時差ボケモデルを作成し、2週間繰り返し、輪回し行動リズムを計測した。

【結果】(1) 発光リズムの立ち上がり期にネムノキ抽出物で処理すると、周期が有意に短縮され、位相も前進した。また、発光リズムの下がり期にネムノキ抽出物を投与した場合、周期は短縮していたが、位相は後退していた。(2) ネムノキ抽出物の摂取により、恒暗条件下でマウスのフリーラン周期が短縮した。(3) 週末の社会的時差ボケにより活動開始が遅れたが、ネムノキ抽出物の摂取により、活動リズムの回復（前進）が早くなる傾向が見られた。

【考察】本研究は、ネムノキ抽出物が投与時刻依存的に、時計遺伝子の発現リズムに影響を与えることを示唆している。一方、ネムノキ抽出物の摂取は、マウスのフリーラン周期を短縮し、社会的時差ボケの影響からの回復能力も高めることがわかった。現在、ネムノキ抽出物に含まれる有効成分の解析等を進めている。

ソイプロテイン継続摂取による血中アミノ酸動態について

○山口 岳斗¹、山本 隼太¹、麻見 直美²

¹筑波大学大学院人間総合科学学術院

²筑波大学体育系

【目的】 タンパク質は5大栄養素の一つであり、ヒトの健康に不可欠な栄養素である。また、血中アミノ酸濃度が上昇すると筋タンパク質合成が促進することから、筋肥大や筋量維持のためには血中アミノ酸濃度を高く維持することが重要であると考えられている。ホエイプロテインは運動後のタンパク質補助食品として広く利用されているが、近年植物由来であるソイプロテインの重要性が注目を集め、その摂取がトレンドとなっている。ソイプロテインはホエイプロテインと同様に「消化の速い」タンパク質として知られているが、継続摂取を行った場合の摂取後の血中アミノ酸動態は明らかになっていない。そこで、本研究では日常的にプロテインを摂取していない対象者がソイプロテインを1週間継続摂取した場合の早朝空腹時の血中アミノ酸動態を明らかにすることを目的とした。

【方法】 対象者は調査までに日常的なプロテインの摂取を経験しておらず、疾患のない健康な男子大学生10名とした。試験品はソイプロテイン20gとし、調査日まで7日間継続摂取した。摂取開始から6日目の夕食は規定の食事を摂取し、翌日まで絶食とした。7日目は午前8時に実験室に到着し、休息後ベースラインとなる血液を採取した。試験食摂取後15、30、45、60、90、120、180、240分にそれぞれ上腕静脈から6mLの血液をヘパリンナトリウム入りの真空採血管に採取し、その後血液生化学分析を実施した。

【結果】 ソイプロテイン摂取後の血中アミノ酸濃度はベースラインと比較して15～90分後まで有意に上昇していた。また、240分後でベースラインと比較して有意に低い値となった。

【考察】 本研究の結果は、先行研究と比較してより速い血中アミノ酸濃度の上昇を示しており、これは摂取時間が早朝空腹時であることや1週間の継続摂取による影響が考えられる。また、240分後にベースラインと比較して低値を示していることから、筋肥大や筋量維持のためには摂取後180分以降の食事戦略が重要であることが示された。

全粒粉100%パンの深夜喫食が睡眠・血糖値に与える影響

○古谷 彰子¹、原田 昌博²

安藤 慎一²、柴田 重信³

¹ 愛国学園短期大学 家政科

² 一般社団法人 日本パン技術研究所 製パン技術事業部

³ 広島大学 医系科学研究科

【背景】全粒粉は血中コレステロールを正常化し、食後血糖値の上昇を抑え、満腹感を持続させる機能性をもち合わせていることが解っている。しかし、市場に出回る機能性を謳った全粒粉パンは、その置換量が少なく、嗜好性も悪いため、毎日摂取することが困難である。一方で、夜遅くの食事や空腹が睡眠の質に影響を与えることも報告されている。近年、テレワークの拡大により勤務時間の制限なく夜遅くに仕事を行う労働者や、塾通いで夕飯が遅くなってしまおう子供たちの実情もある。そこで、本研究では全粒粉100%配合で、夜遅い夕食に適した嗜好性の高い全粒粉パンの開発を行うことを目的とし、さらにはその生理作用についても時間栄養学的視点から検討することを目的とする。

【方法】1) 市販の全粒粉パンをベースに、全粒粉パンらしさと美味しさを両立し、且つヒト試験に適した全粒粉100%パンを3種類開発する。2) 全粒粉100%パン3種類の嗜好性について、官能評価を実施する。3) 実際に遅い夕食として、2) で評価の高かった全粒粉100%パンを喫食してもらい、体内時計の乱れが起きるのかどうかを、強力粉100%パンと比較してヒト試験を行う（測定項目：血糖値、主観的睡眠評価、ウェアラブルデバイスの装着）。被験者は18時にライトミールとして200kcalのバランス栄養食を、その後通常就寝時刻の2時間前に全粒粉100%パンを含む夕食を喫食した。なお、官能評価のパネル、ヒト試験の被験者は事前に同意を得た愛国学園短期大学教職員および学生（18～70歳、女性）とする。

【結果】全粒粉100%パンは年配になると評価が高くなる傾向にあったが、特に若い世代には受け入れづらかった。これは、全粒粉100%パンの種の含有成分が有する酸味や苦味に対する嗜好性が低いためと考えられる。しかしながら、焼くという調理を施すことで、全粒粉独特の酸味、苦味が軽減され、その嗜好性は大きく上昇することがわかった。また、夜食として喫食した場合、喫食なしと比較して、全粒粉パンは主観的睡眠評価（眠りの深さ）の評価が高い傾向にあった。血糖値の結果より、全粒粉100%パンは、強力粉100%パンと比較して、夕食後の高血糖も抑えられていることから良質な睡眠につながったのではないかと示唆され、「夜遅く喫食できるパン」としての可能性が期待された。

タンパク質の摂取タイミングの違いがヒトの筋肥大効果に及ぼす影響

○田原敦志¹、藤平杏子^{2,3}、福家冴佳¹、酒井哲志¹、王春弋¹、費薇¹、高橋将記^{1,2}
¹東京工業大学大学院 環境・社会理工学院
²東京工業大学 リベラルアーツ研究教育院 ³日本学術振興会

【目的】近年では、筋力トレーニングやタンパク質摂取のタイミングが注目されており、マウスを用いた検討では、朝のタンパク質摂取が筋肥大に重要であることが報告されている（Aoyama et al. Cell Reports, 2021）。また、高齢者を対象とした介入研究においても、朝のタンパク質飲料の摂取により筋量が増加する可能性が示されている（Kim et al. Front Nutr, 2021）。一方で、ヒトの筋肥大効果に対する1日のタンパク質摂取のタイミングに関する検討は十分ではない。本研究では、ヒトにおけるタンパク質の朝と夕方の摂取タイミングの違いが筋肥大効果に及ぼす影響を検討した。

【方法】成人男女24名(男性:10名,女性:14名,平均年齢:35.7歳)を対象に、2つのグループに群分けした。2つのグループは、1) 朝のタンパク質飲料摂取群（MP群：n=12）、2) 夕方のタンパク質飲料摂取群（EP群：n=12）とした。タンパク質飲料は、SAVASホエイプロテインココア味（株式会社 明治）を使用した。参加者は既定の時間にホエイプロテイン粉末28g（タンパク質含有量：20g）を水250mLに溶解して摂取した。介入期間は4週間とし、全ての群において週3回の下肢の筋力トレーニングを実施した。主要評価項目は、体組成評価（In body 230）として全身、上肢ならびに下肢の筋肉量を評価した。また、運動パフォーマンステストとして、大腿伸展筋力および握力を測定した。胃排出速度の評価を13C-酢酸ナトリウム呼気試験にて評価した。

【結果】運動介入により、下肢の筋肉量が有意に増加した（ $p < 0.05$ ）。タンパク質の摂取タイミングの効果を比較したところ、MP群は下肢の筋肉量が増加する傾向（ $p < 0.1$ ）があった。一方で、EP群には下肢の筋肉量の変化に統計学的な有意差あるいは傾向は認められなかった。膝伸展筋力、握力および胃排出速度においても介入前後ならびに群間で有意な変化は認められなかった。

【考察】本研究の結果から、朝にタンパク質を多く摂取することにより筋肥大効果を高める可能性があることが示唆された。

本研究は、公益財団法人 中富健康科学振興財団 研究助成ならびに株式会社オルトメディコのBEST LIFE AWARDの支援のもと行われた。

健常成人における胃排出速度と体内時計・生体リズムとの関連

○福家 冴佳¹、藤平 杏子^{2,3}、田原 敦志¹、酒井 哲志¹、王 春弋¹、費 薇¹、
大橋 海音¹、鍛島 秀明⁴、高橋 将記^{1,2}

¹東京工業大学大学院 環境・社会理工学院、

²東京工業大学リベラルアーツ研究教育院 ³日本学術振興会、

⁴県立広島大学 地域創生学部

【目的】 栄養摂取時における消化・吸収機能は、体内時計の制御を受けることが示されている。我々は、安定同位体¹³C標識化合物を用いた¹³C-呼気試験によってヒトの胃排出速度ならびに消化・吸収機能を評価している（Fujihira et al. J Physiol Anthropol. 2022）。本研究では、健常成人における胃排出速度と体内時計・生体リズムの関連について検討した。

【方法】 成人男女32名（男性:14名,女性:18名,平均年齢:35.7±1.4歳）を対象に、¹³C-酢酸ナトリウム呼気試験を用いて胃排出速度を評価した。評価項目として、試験開始から飲料摂取後90分までの測定値を評価し、呼気中¹³C存在率の最大となるまでの時間（Tmax-calc）を算出した。体内時計ならびに生体リズムの評価は、朝型・夜型質問紙によるMEQ（Morningness-Eveningness Questionnaire）スコア、平日・休日の就寝・起床時間、社会的時差ボケを評価し、胃排出速度との関連を検討した。関連解析は、全体、男性、女性それぞれに行い、性差の影響も合わせて検討した。

【結果】 呼気中¹³C排出速度のTmax-calcは、MEQスコアならびに平日の起床・就寝時間とは有意な関連は認められなかった。一方で、呼気中¹³C排出速度のTmax-calcは、社会的時差ボケと有意な正の相関（ $r=0.392, p=0.026$ ）が認められた。また、男性と女性で胃排出速度の変動に有意な違いが認められ、Tmax-calcに到達する時間は、女性が男性に比べて有意に遅かった。つまり、胃排出速度は女性が男性に比べて有意に遅かった（ $p<0.05$ ）。体内時計・生体リズムの関連では、性差の違いは認められなかった。

【考察】 本研究の結果から、胃排出速度は、社会的時差ボケが大きいことと関連することが示され、生体リズムが乱れている人において胃排出速度が遅延することが示唆された。また胃排出速度の評価に性差の違いも認められていることから、今後、対象者数を追加し、体内時計・生体リズムとの関連や因果関係を検討する予定である。

自由生活下における間食摂取が血糖指標に与える影響

○濱田 有香¹、畑本 陽一¹、畠中 真奈¹、南里 妃名子¹、中瀨 崇¹、松本直幸²、
下田誠也²、田中 茂穂³、宮地 元彦⁴、吉村 英一¹

¹医薬基盤・健康・栄養研究所 ²熊本県立大学 ³女子栄養大学 ⁴早稲田大学

【目的】 間食に関する介入研究において、間食が次の食事の血糖指標に影響を与えることが報告されているが、自由生活下における間食摂取の影響については不明である。本研究では、自由生活下における間食摂取が血糖指標に与える影響を明らかにすることを目的とした。【方法】 代謝性疾患など本研究の結果に影響を与える疾患のない成人男女103名（男:女 = 45:58、年齢 40 ± 12 歳、身長 165.5 ± 7.8 cm、体重 62.8 ± 12.8 kg、体格指数（BMI） 22.8 ± 4.0 kg/m²）を対象とした。持続血糖装置（Abbott社、FreeStyleリブレ）を用いて7日間連続で皮下間質液中の血糖値を測定した。血糖指標として、平均血糖値、標準偏差（SD）値、最大値、mean amplitude of glycemic excursions（MAGE）を算出した。食事記録は、AI食事管理アプリ（asken社、AI食事管理アプリ「あすけん」）を用いて行った。1日のエネルギー摂取量に占める間食割合および1日あたりの間食回数の中央値（間食割合9.1%、間食回数1.14回）で、対象者を2群に分けて統計解析を行った。【結果】 間食割合の高い群は、低い群に比べ、血糖指標のSD値（間食割合が高い群vs. 低い群: 17 ± 5 vs. 20 ± 4 mg/dL, $p < 0.05$ ）、最大値（ 152 ± 18 vs. 164 ± 20 mg/dL, $p < 0.05$ ）、MAGE（ 50 ± 14 vs. 58 ± 14 , $p < 0.05$ ）で低値を示した。また、間食回数の多い群は、少ない群に比べ、平均血糖値（ 97 ± 7 vs. 101 ± 9 mg/dL, $p < 0.05$ ）が低値であった。対象者全体で、間食が最も多い時間帯は18:00であった。間食が最も少ない者で週0回、間食が最も多い者で週25回であった。6時間ごとの平均血糖値を検討したところ、間食割合の高い群は、低い群に比べ、12:00-18:00の時間帯（ 106 ± 9 vs. 111 ± 10 mg/dL, $p < 0.05$ ）で低値を示した。また、間食回数の多い群は、少ない群に比べ、6:00-12:00の時間帯（ 94 ± 8 vs. 98 ± 11 mg/dL, $p < 0.05$ ）で低値を示した。【考察】 本研究において、間食割合が高く、間食回数が多い者は、間食割合が低く、間食回数が少ない者に比べて血糖指標が低値を示した。間食に関する介入研究では、間食摂取が次の食事における血糖指標の増加を抑制させたこと、間食により、セカンドミール効果が生じていたことが報告されている。本研究においても、間食が次の食事においてセカンドミール効果を生じ、その結果、間食を摂取している者において血糖指標の増加が抑制された可能性が示唆された。本研究はJST未来社会創造事業（JMPJM120D5）、官民研究開発投資拡大プログラム（PRISM）の支援を受け実施された。

十種競技選手の競技会中における血糖値の変動

○吉武 理香子¹、緒形 ひとみ²、麻見 直美³

¹ 筑波大学大学院 人間総合科学学術院 体育科学学位プログラム

² 広島大学大学院 人間社会科学研究科

³ 筑波大学 体育系

【背景】陸上競技種目の1つである十種競技は、走・跳・投の全ての要素を含むアナロビック運動を中心に連続する2日間で行う競技である（桜井他,2000）。高強度の運動を、過密スケジュールの中で実施されるため、他の種目と比較して、栄養補給の影響が大きくなる可能性がある（Jennifer et al., 2018）。一般に、随時血糖値80-139mg/dLが正常であり、140mg/dL以上が高血糖、80mg/dL未満が低血糖（永田他, 2020）であるが、激しい運動後には、高血糖を引き起こすこともある（Bloom et al.,1976）。十種競技では、長時間の競技に伴うエネルギー消費量の増加による低血糖のリスクと、高強度運動による高血糖の両方が懸念されるため、断続的に血糖値の推移を把握することはエネルギー補給方法を検討する上でも重要な指標である。そこで本研究の目的は、十種競技選手の競技会中における血糖変動を明らかにすることとした。

【方法】対象者は2022年8月の公認競技会において、十種競技に出場した選手1名（171.3cm,64.8kg）とした。血糖値の測定は連続グルコースモニタリングシステム（FSL-Pro, Abott Co., Ltd）を用い、競技会開始日の2日前から競技会終了日の2日後まで選手の上腕背部に装着して実施した。競技時間は、各種目ウォーミングアップの開始時刻から競技終了時刻とし、活動日誌およびビデオカメラで撮影した記録から算出した。また、食事摂取時刻、起床時刻・就寝時刻は活動日誌を用いて調査した。なお、本研究は筑波大学体育系研究倫理委員会の承認を得て行った（体020-51）。

【結果および考察】競技会1日目の平均血糖値は95.7 mg/dL、2日目は89.3mg/dLであり、競技会前日の24時間（85.8 mg/dL）および競技会翌日の24時間（86.8 mg/dL）よりもやや高かった。また、競技会2日間における高血糖の割合は1%、低血糖の割合は22%であり、競技会中の低血糖が懸念されることが推察された。さらに、低血糖の出現率が最も高かった時間は「睡眠中（36%）」、次いで「各種目競技中（27%）」、「起床後朝食前（14%）」であった。ただし、低血糖状態は朝食摂取後には正常範囲内であったことから、睡眠中よりも、パフォーマンスに深く関わる各種目競技中の低血糖を防ぐためのエネルギー摂取方法が重要であり、これを検討する必要性が示唆された。

夜中の夕食摂取に続く朝食欠食は日中の血管内皮機能を低下させる

○鍛島 秀明¹, 遠藤（山岡） 雅子¹, 神田 雅子¹, 三浦 朗¹, 福場 良之^{1,2}

¹ 県立広島大学 地域創生学部 健康科学コース

² 広島国際大学 健康スポーツ学部

【背景・目的】 朝食欠食は循環器疾患の発症リスクを高める独立した危険因子であることが報告されている。また、朝食欠食と「夜遅くに夕食を摂取する」習慣が並存すると、循環器疾患の発症リスクがさらに高まるという。一方、これらの不規則な食習慣と循環器疾患の直接的な関連は不明である。そこで本研究では、朝食を習慣的に摂取している人を対象に、前日の異なる夕食摂取の時刻（19:00または23:00）及び朝食摂取の有無の組み合わせが、動脈硬化の初期段階を示す生体マーカーである血管内皮機能に与える影響を調査した。

【方法】 健康な若年成人8人（女性5人，男性3人）が、ランダムな順序で4つの実験プロトコールに参加した。実験対象者は、実験の前日に指定された食事を19:00から19:30の間（早い時間，E）または23:00から23:30の間（遅い時間，L）に摂取した。翌日、実験対象者は朝8:00に実験室を訪れ、ベースライン測定を行った後、朝8:30から9:00の間に朝食を摂取（摂取する，E）または摂取せず（摂取しない，S），続いて、12:00から12:30の間に昼食を摂取した。朝食及び昼食の摂取前後に、上腕動脈を対象に血管内皮機能（FMD）検査を行った。具体的な評価指標は、前腕カフ阻血1分前の上腕動脈の血管径から、それに対する最大血管拡張率（%FMD）を求め、朝食摂取前からの変化量（ $\Delta\%$ FMD）を計算した。また、朝食と昼食の摂取前後で、実験対象者の指先から微量の血液を採取し、血中グルコース濃度（BG）、血漿インスリン濃度（PI）、及び血漿遊離脂肪酸濃度（FFA）を測定した。

【結果】 朝食摂取後、EE条件（早い夕食，朝食あり）及びLE条件（遅い夕食，朝食あり）では、BG及びPIが増加し、FFAが減少した。昼食摂取後、BGはEE条件及びLE条件に比べて、ES条件（早い夕食，朝食なし）及びLS条件（遅い夕食，朝食なし）が有意に高く、FFAはEE条件及びLE条件に比べて、ES条件及びLS条件が有意に低かった。 $\Delta\%$ FMDは、EE条件に比べて、LS条件が有意に低かった。

【考察】 夜間の夕食摂取に続く朝食欠食は、日中の血管内皮機能を急性的に低下させる可能性が示唆された。

周期的な環境エンリッチメントによる時間ストレス学的研究

○洲崎 礼紀、福島 早記、黒木 海斗、松尾 涼平、丸山 創平、篠塚 まり
な、青木 一生、吉岡 真理子、住本 夏美、安尾 しのぶ
九州大学大学院農学研究院 代謝・行動制御学

【背景・目的】時間栄養学の発展により、日周期や季節周期などの時間軸を考慮した食事摂取の重要性が解明されてきた。また、栄養と関連の深い運動習慣についても、時間を考慮する概念が確立されつつある。本研究では、さらにストレス学的な観点に着目し、周期性を利用して生体のストレス反応を活用する試みを紹介する。

ストレス反応には快・不快の両面性がある。不快ストレスの機序は広く解明されている一方で、快ストレスの機序については未解明の点が多い。我々は、平日と休日の睡眠-覚醒リズムのずれに起因する社会的時差ぼけのモデルマウスを解析する過程で、一週間のうち連続した2日間のみ環境エンリッチメント(EE)を与える周期的処理により、抗うつ様・抗不安様効果が誘導されることを見出した。この影響を制御する神経行動制御機序を解明するため、本研究では周期的EE条件下における行動や脳内遺伝子発現を解析するとともに、それらの週内変動を解析した。

【結果及び考察】C57BL/6J雄マウスを用いて、毎週土日に相当する2日間にケージ内へEE（シェルター、トンネル、巣材、ブロック）を設置し、月曜に相当する日に取り除く周期的条件で飼育した。6週間目のEE設置前日に行動試験を実施したところ、ホールボード試験において、穴覗き行動（抗不安・好奇心行動）の増加が確認された。海馬および扁桃体を採取してmRNA-seqを行い、WGCNAやIPAによる遺伝子発現解析を実施した結果、海馬における神経機能調節に関わる遺伝子の発現変動や、抗不安様行動と相関のある関連遺伝子モジュールを見出し、ハブ因子候補を同定した。周期的EE条件下における行動や遺伝子発現の週内変動を明らかにするため、同様の条件で飼育後、1週間のうち5日間（月、水、金、土、日）にわたり行動試験を実施した。オープンフィールド試験の総移動距離（探索行動）は水曜から日曜にかけて増加する週内変動を示した。ホールボード試験の穴覗き行動は水曜から金曜にかけて増加し、特にEE設置前日の金曜に顕著な増加が見られた。mRNA-seqにより見出したハブ因子候補に関連する代謝遺伝子群の発現の週内変動を解析したところ、いくつかの遺伝子発現が行動と同様に水曜から金曜に増加する週内変動を示した。以上の結果から、周期的EEにより一週間の行動や脳内遺伝子発現リズムが誘導されることが示唆された。一週間の居住環境リズムによる疾病や脳機能の改善の可能性について議論したい。

周期的な環境エンリッチメントが生体に及ぼす影響の系統差および性差

○谷口 楓果、吉岡 真理子、黒木 海斗、洲崎 礼紀、篠塚 まりな、安尾 しのぶ

九州大学大学院農学研究院 代謝・行動制御学

【目的】ストレスに関連する疾患は大きな社会問題である。一方で、ストレス反応は元来、恒常性を保つための生体防御反応であり、一過的なストレスには神経新生増加などのポジティブな効果がある。我々は、居住環境の周期性を利用することにより、ストレスのポジティブな側面（快ストレス）を持続的に誘導する実験系を探索してきた。すなわち、1週間のうち連続した2日間のみ、周期的にマウスにシェルターや巣材などの環境エンリッチメント（EE）を与えることで、うつ・不安様行動の減少、海馬の神経可塑性遺伝子群の発現増加などが誘導された。このような周期的EEを快ストレスの実験モデルとして確立するためには、適切な遺伝的系統や性の選択が重要である。そこで本研究では、ストレス感受性の異なる二つのマウス系統の雌雄を用いて、周期的なEEが行動や海馬の遺伝子発現に与える影響の性差と系統差を調査した。

【結果と考察】C57BL/6JとBALB/cマウスの雌雄を用いて、1週間のうち連続した2日間にEEを与える処理（周期的EE）を6週間与えて行動解析を実施した。その結果、BALB/cの不安様行動はオスで減少したが、メスでは逆に増加した。両系統ともに、オスではうつ様行動が減少したが、メスでは増加した。これらの行動の性差がEE自体に対する行動反応性の違いによるものかを検証するため、慢性的なEEによる影響を解析した。その結果、BALB/cのメスでは、周期的EEとは逆にうつ様行動の減少が見られた。さらに、慢性的EE処理後にEEを剥奪して標準ケージに戻したところ、メスのみで不安様行動が増加する傾向が見られた。以上より、周期的EEにおける行動の性差はEE自体に対する行動反応性ではなく、EE剥奪後のストレスに起因すると考えられた。

この仮説を証明するため、BALB/cのメスを用いて、剥奪ストレスを軽減した周期的EE実験を行った。すなわち、週2日のEE飼育後に全てのEE素材（シェルター、巣材、ブロック、トンネル）を剥奪するのではなく、標準ケージにシェルターのみを残して居住環境の差を軽減した周期的EEとした。その結果、BALB/cのメスでもオスと同様に、抗不安様行動が有意に増加した。以上より、周期的EEによる抗不安効果は軽微な居住環境差ストレスへの定期的暴露により誘導されることが示された。社会的時差ぼけやブルーマンデー症候群に代表される生体の週リズムにおいて、平日と休日の住環境や快適性を考慮する必要性について議論したい。

妊娠期における鉄摂取タイミングの時間栄養学的検討

○李 楠¹、田原 優¹、森 レナ²、柴田 重信¹

¹広島大学 医系科学研究科

²東京工業大学 リベラルアーツ研究教育院

【目的】 ミネラルの吸収には日内リズムがあることが古くから知られているが、腸管における鉄の吸収に関する詳細なエビデンスはまだ不足している。鉄製剤や鉄サプリメントは摂取後に吸収が抑制されるため、1日1回の投与が推奨されているが、その適切なタイミングはエビデンスがない。よって本研究では、鉄サプリメントの効果的な摂取方法を検討するため、鉄欠乏モデルマウスと時計遺伝子*Clock*の変異マウスを用いて血中の鉄濃度を下げた状態にて、鉄の吸収効率の日内リズム、概日時計制御、鉄投与後の生体応答、長期間鉄投与による影響、さらには妊娠期の鉄不足、鉄摂取タイミングの検討を、動物実験にて行う。

【方法】 (1)鉄の吸収に関わる遺伝子発現の日内リズムを調べるため、6時間おきに4回サンプリングした。(2) 時計遺伝子*Clock*の変異マウス (*Clock mutant mouse*) を用い、WTマウスと比較しながら、腸管や肝臓における鉄吸収/輸送に関わる遺伝子発現の日内リズムを調べた。(3) AIN-93Mを与えたマウス、鉄欠乏AIN-93Mを1ヶ月間与えたマウスに、硫酸第一鉄を経口投与し、2時間後の血中の鉄濃度変化、各種遺伝子発現変化を調べた。(4) あらかじめ鉄欠乏食を4週間与えたメスマウスを用い、妊娠マウスの体重変化、出生児の体重と生存状況を計測し、妊娠期貧血モデルマウスのプロトコールを確認した。

【結果】 (1) 鉄の吸収・代謝に関わる遺伝子の日内変動が確認された。ZT12において鉄吸収に関わる遺伝子発見が高かった。(2) 時計遺伝子の変異マウスでは、概日リズムの消失が観察され、鉄の取り込みと代謝に関連する遺伝子の日内変動もなくなった。(3) 肝臓、十二指腸において、鉄の投与は濃度依存的に時計遺伝子発現 (*Per2*, *Bmal1*) に影響を与えた。(4) 妊娠マウスにおいて、鉄欠乏食により貧血が確認され、死胎も確認できた。

【考察】 本研究結果から、鉄の吸収・代謝に関わる遺伝子の日内変動より、鉄の効率的な摂取タイミングが存在する可能性が示された。また、鉄摂取により、末梢時計が変化する可能性が分かった。現在、妊娠期の鉄不足、鉄摂取タイミングの検討を進めている。

優秀発表選考対象（ ）

妊娠期の摂食リズムは仔の高次脳機能に影響を及ぼす

○志内哲也、大塚愛理、清水紀之、近久幸子、勢井宏義

徳島大学大学院医歯薬学研究部生理学分野

【目的】 妊娠期における栄養状態は、子の成長だけでなく、成長後の病態発症に影響を及ぼす可能性が指摘されている（DOHaD仮説）。しかし、妊娠期における摂食リズムが子に与える影響については、不明な点が多い。本研究ではマウスを用いて、妊娠期の摂食リズムが仔の成長後の高次脳機能に及ぼす影響を調べた。

【方法】 C57BL/6Jマウスを交配させた後、妊娠7.5日目より摂食リズムを変化させた。暗期のみ自由摂食であるAd-lib群、暗期前半のみ自由摂食であるMorning群、暗期後半のみ自由摂食であるEvening群の3群に分け、出産後の母親マウスは24時間自由摂食で飼育した。産まれた仔は3週齢で離乳したのち、8週齢以降に代謝実験および行動実験を実施した。

【結果】 Passive avoidance testやsocial-defeat後のSocial interaction testにおいて、Evening群の仔は他群の仔と比べて、恐怖記憶獲得後における恐怖対象に対する接触に怯える行動を示した。他の不安・うつ様行動は3群間で有意差は見られなかった。一方、仔の体重増加、摂食量、耐糖能、インスリン感受性にも有意差は見られなかった。

【考察】 これらの要因として我々の先行研究から、妊娠期における視床下部AgRPの発現増強に着目した。遺伝子改変マウスによりAgRP発現上昇を抑制すると、産仔のこれらの行動変容はEvening群でも見られなくなったため、妊娠期のAgRP発現が仔の高次脳機能に影響を与える可能性が考えられる。

月経1周期分の菓子類摂取制限が 女子大学生アスリートの体組成に与える影響

○鉄橋 佳奈 緒形ひとみ

広島大学 総合科学部

【目的】 女子大学生アスリートの体組成に1か月間の菓子類摂取制限が与える影響を調べることを目的とした。

【方法】 広島県内の大学体育会部活動に所属する女子大学生6名（年齢 19.67 ± 0.75 歳、身長 159.50 ± 5.56 cm、体重 56.40 ± 4.43 kg、BMI 22.16 ± 1.20 kg/m²）を対象者とした。介入前の値（通常期）として、卵胞期（月経開始日から14日目ごろまで）にInBody270（InBody）を用いて体組成を測定し、2周期目の月経終了まで平均32日間の菓子類摂取制限を行った。2周期目の卵胞期に、菓子類摂取制限期の値として再度体組成を測定した。その後、菓子類摂取制限を解禁し、3周期目の卵胞期に菓子類摂取解禁後月経1周期分の値として体組成を測定した。毎周期の月経終了時に、食物摂取頻度調査（FFQg Ver.6）を行った。本実験で制限する菓子類は、日本食品標準成分表2020年版（八訂）の菓子類に該当するものとした。なお、スポーツドリンクや栄養補助食品の摂取に関しては、部活動中に限り許可した。得られたデータから、菓子類摂取制限前後の体重・体脂肪率・筋肉量を対応のあるt検定を用いて評価した。

【結果】 菓子類摂取制限期の食事に関して、食事バランスガイド（厚生労働省・農林水産省）に当てはめたところ、「菓子・嗜好飲料」の摂取量（SV）は、6名中2名が0、2名が1、1名が2、1名が5であり、菓子類の摂取量にばらつきがあった。菓子類摂取制限前後の体重・体脂肪率・筋肉量に有意な差はみとめられなかったが、6名中4名は体脂肪率が減少し、筋肉量が増加、1名は体脂肪率が減少し、筋肉量が変化なし、1名は体脂肪率が増加し、筋肉量が減少した。

【考察】 菓子類摂取制限前後で体重、体脂肪率、筋肉量に有意な変化がみられなかったため、月経1周期分の菓子類摂取制限では体組成に大きな影響が生じない可能性がある。ただし、6名中5名の体脂肪率が減少し、4名の筋肉量が増加したことから、競技種目によっては1か月間の菓子類摂取制限が、体組成に影響を与える可能性が示唆された。

月経周期、MDQ得点と生活習慣状況の関連性の検討

—朝食摂取と睡眠に着目して—

○野上真央 緒形ひとみ
広島大学大学院 人間社会科学研究所

【目的】 月経関連症状と朝食摂取や睡眠状況との関連性を検討し、女子大学生の月経随伴症状を含めた健康問題の実態を明らかにし、その関連性を検討する。

【方法】 2022年7月に都内の短期大学に在学する健康な女子学生115名を対象に調査を実施した。睡眠（平日と休日の起床、就寝時刻など）、食事（食物摂取頻度調査(FFQgVer6、建帛社）、食事摂取頻度や時刻など）、月経（月経周期、月経随伴症状日本語版（Menstrual Distress Questionnaire; MDQ）など）に関する質問をGoogleフォームを用いて行い、月経周期に伴う身体的・精神的愁訴と生活習慣状況を調査した。すべての統計解析にはEZRを使用し、統計処理にはMann-whitney U検定、Kruskal-Wallis検定を使用した。

【結果】 対象者の年齢は 18.8 ± 0.7 歳、身長 158.1 ± 5.5 cm、体重 51.6 ± 7.3 kg、BMI 20.7 ± 2.8 kg/m²であった。月経周期は規則的な者（25～38日周期、変動6日以内）が58名、不規則な者（25～38日周期でなく、6日以上ずれる）が57名であった。睡眠においては、月経周期が規則的な群より不規則な群で平日の起床時刻が早く（規則的な群6時30分、不規則な群6時（中央値）、 $p=0.017$ ）、休日の睡眠時間が短い傾向にあった（規則的な群360分、不規則な群330分、 $p=0.011$ ）。平日、休日ともに就寝時刻は両群に差はみられなかった。食事においては、朝食摂取時刻に差がみられ、規則的な群は7時、不規則な群6時30分（中央値、 $p=0.001$ ）であった。エネルギー摂取割合については両群に差はみられなかった。さらに、朝食摂取頻度とMDQ下位尺度（痛み、水分貯留、自律神経、負の感情、集中力、行動変化の月経前と月経中の各得点）を検討したところ、朝食を毎日摂取している群が欠食群よりも月経中の「痛み」、月経前の「水分貯留」以外のすべての項目で有意に得点が低かった（症状が軽いことを意味する）。

【考察】 月経周期には睡眠時間（休日）と起床時刻（平日）、その後の朝食摂取時刻の関連が示され、平日よりも休日に睡眠時間を確保することによって月経周期の規則化に影響する可能性が示唆された。また、朝食を欠食なく毎日摂取することでMDQ下位尺度の多くの項目を改善できる可能性が示唆された。

慢性的な時差環境における概日時計および代謝の乱れの性差

Sex-dependent alteration of circadian clock and metabolism under chronic jetlag

○馬天天、篠塚まりな、谷口楓果、宮本舜佑、池上啓介、安尾しのぶ 九州
大学大学院農学研究院 代謝・行動制御学

【目的】 交替勤務や時差ぼけなどによる概日時計の乱れは、肥満、糖尿病、がん、認知障害、うつ病などの多くの疾患のリスクと関連している。不規則な明暗周期が健康指標に及ぼす影響や作用機序は動物実験で広く報告されているが、その大部分はオス動物を用いている。メスは性周期の存在により結果が複雑になるという一般認識のためである。

しかし、概日時計の機序には性差が存在するため、明暗周期かく乱の影響も性により異なる可能性がある。本研究では、慢性的な時差ぼけ処理が活動・体温リズムや各種行動、中枢・末梢の概日時計に及ぼす影響について、雌雄のマウスを用いて比較した。概日時計が制御する肝臓の脂質・糖代謝遺伝子発現についても性差を解析した。

【方法】 雌雄の C57BL/6N マウスを用いて、12 時間明期：12 時間暗期あるいは慢性的時差ぼけ（CJL）条件で飼育した。CJL 群は 2 日ごとに点灯・消灯時間を 6 時間ずつ前進させた。6 週目にオープンフィールドテスト（OFT）とホールボードテスト（HBT）、8 週目に Nano Tag による体温・活動リズムの測定を行い、9 週目に恒暗条件に移して 4 時点における肝臓・副腎の時計遺伝子および時計制御遺伝子の発現解析を行った。

【結果と考察】 オスの CJL 群では既報どおり過体重が見られたが、メスの CJL 群では体重がしばらく維持された後、オスとは逆に減少した。OFT と HBT の結果から、メスのみで CJL による不安様行動の増加が確認された。CJL 後の恒暗条件における活動・体温の概日リズムは雌雄ともに継続していたが、その概日周期はメスの CJL 群でのみ有意に延長した。肝臓と副腎における時計遺伝子の発現リズムは、CJL 処理によって性特異的な変化を示した。Cosiner 法でリズム性を解析したところ、メスにおいてオスよりも多くの遺伝子発現のリズム消失が見られた。さらに、CJL は糖・脂質代謝遺伝子の発現に性特異的な影響を及ぼした。すなわち、糖新生遺伝子（*G6pc*）および *de novo* 脂質合成遺伝子（*Srebp1c*）の発現は、オスでは CJL 後に減少したが、メスでは有意な変化が見られなかった。これらの代謝遺伝子の変化のみでは体重変化の性差を説明できないため、より詳細な解析が必要である。現在、時差ぼけの性差における性ホルモンの役割を解明するため、精巣・卵巣摘出とテストステロン・エストラジオール慢性投与を組み合わせた実験を実施している。

優秀発表選考対象（○）

アスリートの食事摂取はクロノタイプで異なるか？

○松島 佳子^{1,2}、石川 結衣¹、若村 智子²

¹愛知淑徳大学 健康医療科学部スポーツ・健康医科学科

²京都大学 大学院医学研究科人間健康科学系専攻

【目的】本研究は、大学生アスリートを対象に、クロノタイプと食事タイミング（朝食、昼食、夕食、間食）ごとの食事摂取状況を調査し、クロノタイプによる食事摂取の特徴を明らかにすることを目的に行った。

【方法】運動部に所属する大学生60名（20.0±1.1歳、男性19名、女性41名）を対象に、「朝型・夜型質問紙（MEQ）」と食事調査を含む質問紙調査を行った。食事調査は「食事バランスガイド（厚生労働省・農林水産省）」を応用し、食事タイミングごとの料理カテゴリー（主食、主菜、副菜、牛乳・乳製品、果物）の摂取量をSV（食事バランスガイドの摂取単位）で回答した。MEQスコアと食事摂取量との関連を、相関係数を用いて検討した。値は平均±SDで示した。愛知淑徳大学健康医療科学部倫理委員会の承認を得て行った。

【結果・考察】対象者の平均MEQスコアは51.1±9.6で、朝型11名（18.3%）、中間型37名（61.7%）、夜型12名（20.0%）であった。「食事バランスガイド」の推奨量に対する摂取量を検討したところ、MEQスコアが大きい（朝型傾向）ほど、1日に占める朝食の総摂取量の割合が有意に増加し（ $r=0.375$ 、 $p=0.003$ ）、朝食の主菜の割合も有意に増加した（ $r=0.321$ 、 $p=0.013$ ）。さらに、MEQスコアが大きいほど、朝食の料理カテゴリーの欠損数が有意に減少した（ $r=-0.445$ 、 $p<0.001$ ）。これらのことから、朝型であるほど朝食で摂取する料理カテゴリーの種類・量が多く、食事内容が整っていることが示唆された。しかし、いずれの料理カテゴリーでも、1日の摂取量とMEQスコアには関連がみられなかった。

【結語】クロノタイプによる食事摂取の特徴は、アスリートの場合、1日の摂取量には表れにくいですが、食事タイミングごとの摂取量には明確に表れることが示唆された。このことから、アスリートの食事指導は、クロノタイプに基づいた視点で食事タイミングごとに行うことが有効と考えられた。

男子中学生野球選手の食習慣および体組成の関連性 —クロノタイプと睡眠覚醒サイクルに着目して—

○吉田なつめ¹、中藪宏美²、緒形ひとみ¹、下岡里英³

¹広島大学大学院 人間社会科学研究科

²広島文教大学人間科学部 人間栄養学科

³広島女学院大学人間生活学部 管理栄養学科

【目的】 身体的成長の著しいジュニアアスリートの、クロノタイプ・睡眠覚醒サイクルのパターン一致の有無と食習慣や体組成との関連性について検討した。

【方法】 広島県の硬式野球クラブチーム所属の中学生男子36名を対象とした。2022年5月～10月に毎月1回体組成の測定、5月～6月の連続した14日間（月曜日から次週の日曜日まで）に起床・就寝時刻の調査、そして6月～7月に食物摂取頻度調査（FFQg）を行った。なお、体組成測定にはInBody270（InBody）を使用した。同時に朝型-夜型質問紙のスコアに基づき、中央値以上を朝型群、中央値未満を夜型群としてクロノタイプを分類した。さらに、起床・就寝時刻から求めた睡眠中央時刻に基づき、中央値より早い群と遅い群に分類した。クロノタイプ（朝型・夜型）と睡眠覚醒サイクル（早い・遅い）の互いが一致している群25名（以下一致群）と互いが不一致の群11名（以下不一致群）の2群に分類し比較した。統計解析にはEZR（R version 4.2.3）を使用し、対応のない検定を行った。

【結果】 体脂肪量の変化量については2群間で差はみとめられなかったが、除脂肪量の変化量は、不一致群と比較して一致群で有意に大きいことが示された（ $p = 0.038$ ）。エネルギー摂取量およびエネルギー産生栄養素（%E）摂取量を日本人の食事摂取基準（2020年度版）に基づいて評価したところ、不一致群と比較して一致群でたんぱく質の摂取割合が有意に高く（ $p = 0.021$ ）、一致群と比較して不一致群で炭水化物の摂取割合が有意に高いことが示された（ $p = 0.039$ ）。エネルギーおよび脂質には2群間で差はみとめられなかった。

【考察】 ジュニア期においては、たんぱく質の摂取割合がより高いことが除脂肪量の増加に影響を与える可能性があることが示された。身体的成長が著しく健全な生活習慣の形成において重要な時期であるジュニア期には、夜型生活は好ましいとは言えないが、クロノタイプと睡眠覚醒サイクルを一致させることが食事摂取量の確保、そして身体的成長の増進に結びつく可能性が示唆された。

優秀発表選考対象（○）

男子大学生長距離ランナーにおけるSleep Difficulty Scoreは 習慣的な炭水化物摂取量と負の相関を示す

○木岡 一輝¹、吉武 理香子¹、山口 岳斗¹、小林 大晃¹、鈴木 博貴¹、伊津野 陽菜¹、
中山 智子¹、永田 光咲¹、弘山 勉²、麻見 直美^{1,3}

¹ 筑波大学 運動栄養学研究室

² 筑波大学 体育スポーツ局

³ 筑波大学 体育系

【目的】 アスリートにおいて運動・栄養・休養の三要素は、コンディションを管理するうえで非常に重要である。これらの三要素は、競技パフォーマンスの向上やスポーツ障害の予防等スポーツ活動のあらゆる場面において基盤となるため、いずれも欠かすことはできない。しかし、運動は充実している一方で、栄養と休養に何らかの問題を抱え、三要素がアンバランスなアスリートが散見されており、スポーツ障害に悩まされる事例が後を絶たない。栄養と休養の相互作用に注目した研究が進められているなか、アスリートの実態を明らかにしている報告は少なく、今後コンディション管理の評価指標としても確立していく必要がある。本研究では、男子大学生長距離ランナーの睡眠と食事摂取状況の関係を明らかにすることを目的とした。

【方法】 男子大学生長距離ランナー25名を対象とし、6月に実施した。日本語版 Athlete Sleep Screening Questionnaire (ASSQ)、食物摂取頻度調査票 FFQ NEXT（建帛社）を使用し、睡眠および習慣的な食事摂取状況を調査した。ASSQは、アスリートの睡眠状態を評価するためのツールとしてSamuelsら（2016）によって開発されたものである。本研究では、吉田ら（2023）によって妥当性が検討された日本語版を使用した。ASSQのうち、特定の質問からChronotype (evening types) の評価およびSleep Difficulty Score (SDS) を算出し、エネルギー・栄養素摂取量との相関関係を評価した。

【結果】 ASSQによるChronotypeの評価では、「夜型」に該当する対象者はいなかった。SDSとエネルギー・栄養素摂取量との相関関係では、炭水化物摂取量において有意な負の相関が認められた。エネルギー・その他の栄養素摂取量においては有意ではなかったものの、負の相関が認められた。

【考察】 睡眠に問題を抱えているほどSDSは高値を示す。因果関係は説明できないものの、SDSと炭水化物摂取量に有意な負の相関が認められたことから主要なエネルギー源である炭水化物摂取量が睡眠状態に影響を及ぼしている可能性が示唆された。

持久性運動に伴う胃内容排出速度および胃腸症状における性差

○林 昭安¹、浅野 真里奈²、林 七虹³、後藤 一成^{1,2}

¹立命館大学大学院 スポーツ健康科学研究科

²立命館大学 スポーツ健康科学部

³日本体育大学 体育科学研究科

【目的】

本研究では、運動によって引き起こされる胃内容排出速度の遅延および胃腸症状に性差があるのか否かを明らかにすることを目的とする。

【方法】

健康な男性11名（年齢：22.2 ± 1.5歳（平均値 ± 標準偏差）、身長：173.5 ± 6.4 cm、体重：63.6 ± 9.2 kg）および女性11名（21.7 ± 2.8歳、163.0 ± 4.1 cm、56.3 ± 3.8 kg）を対象とした。運動およびすべての測定は、前日の22時以降食事を摂取しない状態の午前中に行った。また、女性の本測定は卵胞期（月経開始から3-10日目）に実施した。運動にはトレッドミルを用いたランニング運動を用い、事前に測定した最大酸素摂取量の70%に相当する走速度で60分間行った。運動後は60分間仰臥位で安静にし、¹³C呼気試験法により胃内容排出速度を測定した。また、運動前後に採血し、小腸細胞の損傷を間接的に示す指標である小腸由来脂肪酸結合型タンパク質（I-FABP）濃度の変化を評価した。また、視覚的アナログ尺度（VAS）を用いて、主観的な胃腸症状指標（満腹感、空腹感、胃の膨張感、吐き気）を運動開始前、運動終了直後、運動終了30分後、運動終了60分後に評価した。

【結果】

最大¹³C排出時間は男性が44.1 ± 14.3分、女性が51.4 ± 11.2分であったが、性別間での有意差はみられなかった（ $P = 0.199$ ）。血漿I-FABP濃度の変化には、有意な交互作用（時間×性別、 $P = 0.089$ ）、時間に伴う有意な変化（ $P = 0.145$ ）と性別間での有意差（ $P = 0.183$ ）はいずれもみられなかった。さらに、運動に伴う胃腸症状はみられず、性別間での有意差もみられなかった。

【結論】

上述の結果は、持久性運動後に伴う胃内容排出速度および胃腸症状に性差がないことを示すものである。

高齢者における身体活動パターンの違いと血中脂質との関連

○金 鉉基¹、木村 有我²、高橋 将記³、中岡 隆志⁴、
山田 陽介¹、小野 玲¹、柴田 重信^{2,5}

¹国立研究開発法人 医薬基盤・健康・栄養研究所、²早稲田大学、
³東京工業大学、⁴独立行政法人 労働者健康安全機構、⁵広島大学

【背景】日常生活における身体活動の時間分布（身体活動パターン）は、健康のための重要な決定要因である。運動では時間帯に依存して健康に有益な効果をもたらすことが示されている（Kim H-K et al., *Sports Med Health Sci*, 2022）。しかし、日常生活での身体活動パターンの違いがもたらす生体への影響は明らかにされていない点が多い。

【目的】身体活動パターン（身体活動量・強度）の違いと血中脂質との関連について検討することを目的とした。

【方法】65歳以上の高齢者51名（71.8 ± 0.6歳、男性8名、女性43名）を対象とした。身体活動パターンを評価するために3軸加速度計を用いた。日中の身体活動時間（起床時刻から就寝時刻まで）を3分位し、グループ分けに用いた。また、身体活動の量（歩数）と強度（MVPA：中高強度身体活動）を基にそれぞれでグループ分けを行った。午前の歩数が多い人を朝活動群（M-step、n = 11）、午後の歩数が多い人を午後活動群（A-step、n = 40）とした。なお、夜に多く活動している対象者はいなかったため、朝活動群と午後活動群の2群間での比較を実施した。身体活動強度（MVPA）においても同様の方法を用いて群分けを行った（M-MVPA：n = 20、A-MVPA：n = 31）。血中脂質を評価するため、実験開始前に空腹時採血を行った。

【結果】身体活動パターンの量と強度ともに午後よりも午前に多いことが、血中脂質に有効であった。具体的には、A-stepに比べてM-stepでLDL-C値が低い傾向を示した（ $p = 0.078$ ）。LDL/HDL比は、M-stepの方がA-stepより有意に低かった（ $p < 0.05$ ）。身体活動強度（MVPA）においても、M-MVPAはA-MVPAに比べてHDL-Cが高い傾向が見られ、LDL/HDL比では有意に低い値が示された（ $p = 0.096$ 、 $p < 0.05$ ）。

【結論】高齢者の日常生活における午前の身体活動（量と強度）の積み重ねは、午後の身体活動に比べて血中脂質のコントロールに有効である可能性が示唆された。

離乳育成豚の血清の必須アミノ酸とグルコース濃度の 日内変動におよぼす時間制限給餌の影響

○春口 知輝、鴨島 遥、勝俣 昌也
麻布大学 獣医学部

【目的】 ブタの飼養成績を改善することを目標として、わたしたちは時間栄養学に関わる研究に取り組んでいる。ブタの必須アミノ酸とグルコースの吸収には日内変動があるとわたしたちは考えていたが、本研究では時間制限給餌が血清中の必須アミノ酸とグルコース濃度の日内変動に及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。わたしたちは、必須アミノ酸もグルコースも、血清中濃度は摂食を開始することによって高くなると予想していた。しかし、グルコースは摂食開始前の濃度が高く、予想通りには変化しなかったため、結果を報告する。

【方法】 同腹の4週齢の離乳去勢雄豚4頭を1反復として供試した。飼養試験は3週間を期間とし、明期限定給餌と暗期限定給餌を4反復ずつ、計8反復実施した。飼育室は7時点灯、19時消灯の12時間明期、12時間暗期の条件とした。明期限定給餌は7時から19時、暗期限定給餌は19時から7時に給餌した。3週間飼育後、3時、9時、15時、21時に血液を採取し、血清中の必須アミノ酸濃度、グルコース濃度を測定した。

【結果】 血清中の必須アミノ酸濃度は明期限定給餌ではすべてのアミノ酸が3時に比べて9時が高く、暗期限定給餌ではすべてのアミノ酸が15時に比べて21時が高かった（リジンとスレオニンなど5つの必須アミノ酸で差を検出した、 $P<0.05$ ）。つまり、どちらの制限給餌でも摂食を開始するとアミノ酸濃度が高くなった。一方、血清中のグルコース濃度は暗期限定給餌では15時が高く、21時が低かった（ $P<0.05$ ）。明期限定給餌では採取時間の有意な影響はなかったが、平均値は3時が高く、9時で低かった。つまり、暗期限定給餌と同じく、摂食開始4時間前が高く、摂食開始2時間後が低くなった。この結果は、わたしたちの予想とは異なり、どちらの制限給餌でも摂食開始後のグルコース濃度が低いというものであった。

【考察】 グルコース濃度の日内変動に影響を及ぼしたメカニズムの詳細は不明であるが、ブタが給餌開始時刻を予想したことにより、グルコース濃度調節機構が影響をうけるという現象を観察したと考えている。本発表では、このメカニズムについて、さらに、このメカニズムを明らかにするための方法について皆さんと議論したい。

マウスを用いた心理的ストレス負荷による睡眠障害の発症 には顕著な性差が存在する

○武井仁志^{1,2}、鈴木なつみ^{1,3}、山本（肥後）明花¹、大石勝隆^{1,3,4}

¹（国研）産総研・細胞分子・食健康機能、

²東理大・創域理工・生命生物科学、

³東理大・院・創域理工・生命生物科学

⁴東大・院・新領域・メディカル情報生命、

【目的】不眠症などの睡眠障害の発症リスクには男女間での性差が存在することが報告されているが、その生物学的メカニズムは不明である。本研究では、我々が独自に開発した慢性的な睡眠障害モデルマウスを用いて、活動リズムや睡眠覚醒リズム、情動機能に与える影響の性差について検討を行った。

【方法】回転かごケージにて飼育した雌雄のC3H/HeNマウスに、1週間の慢性的なストレス性睡眠障害を負荷し、活動リズムや睡眠脳波、オープンフィールドテストによる不安様行動に与える影響の性差について検討を行った。

【結果・考察】ストレス性睡眠障害の負荷により、雄においてのみ有意な体重減少が認められた。また、摂餌量の増加は雌雄ともに認められたものの、特に雌において顕著な過食が見られた。回転かごケージにより測定した活動量は、雌雄ともに明期初期で増加し、暗期で低下した。暗期においては、雄性マウスで50%の活動量の低下が認められた一方で、雌性マウスでは25%程度の低下が認められた。睡眠脳波については、雌雄ともに明期初期のノンレム睡眠時間が減少し、暗期のノンレム睡眠時間が増加した。活動期である暗期のノンレム睡眠時間の増加は、雄性マウスでは115%であったのに対し、雌性マウスでは15%ほどであった。また、雌性マウスでは、暗期のレム睡眠時間が減少したが、雌では影響が認められなかった。皮下体温については、雌雄ともに暗期において低下し、雄性マウスでは1.7%であったのに対し、雌性マウスでは、1.3%程度であった。これらの結果から、雄性マウスでは、ストレス性睡眠障害による影響が、特に雌性マウスに比べて顕著であると考えられる。本発表では、徐波睡眠やオープンフィールドテストによる不安様行動の性差についても紹介する。

食餌のタイミングによる慢性腎臓病進展への影響

○藤平 紀歩¹、八幡 大希¹、木許 怜¹、安澤 俊紀¹、
桑原 頌治¹、辰巳 佐和子¹

¹滋賀県立大学大学院 人間文化科学研究科 健康栄養部門 臨床栄養学分野

【背景・目的】慢性腎臓病（CKD）は進行すると高リン血症を呈し、心血管疾患（CVD）による死亡リスクが上昇する。CKD患者においては、血中リン濃度の日内リズムは著しく減弱することがわかっている。また、健常者においても、早朝空腹時の血中リン濃度とCVDによる死亡リスクは正の相関を示すことから、早朝空腹時の血中リン濃度を上昇させない食事のタイミングを検討することが必要である。そこで我々は、CKDモデルマウスを用いて病態の進行、ならびに給餌直前の血中リン濃度上昇を抑止できる食餌のタイミングを明らかにすることを目的とした。

【方法】5/6腎臓摘出したマウス（5/6Nx）をCKDモデルマウスとした。偽手術マウス（Sham）は対照として用いた。餌のリン含量は1.2%とした。摂食時間を自由摂食（AD）群、ZT（Zeitgeber Time, ZT0：AM6：00）12-16群、ZT16-20群、ZT20-24群の4群に分け、血中と尿中のリン濃度の日内リズムの変動を解析した。さらにリン代謝ならびに腎臓マーカー、腎臓病理解析により病態の進行を評価した。

【結果】血中リン濃度は、5/6Nx群でSham群に比して食後、急激に上昇していることがわかった。また、ZT20-24群では、他の3群に比してどの時間帯においても、血中リン濃度が高い傾向にあった。一方、ZT12-16群において、血中リン濃度の上昇が抑制された。また腎臓病理標本の解析、血液マーカーの値より、ZT20-24群が最もCKDが進行していたことが確認された。摂餌開始直前の血中リン濃度は、ZT20-24群で最も高値を示した。よってCKDのリン代謝の改善および病態の進行抑制において、食餌時間の制限のみならず、摂食のタイミングに強く影響を受けることが明らかとなった。

【考察】現在CKD患者ではリン摂取制限を指導される。しかしながら、リンは多くの食品に含まれており、厳格な制限は困難である。今回の成果より、1日3食のうち夕食にリンが多い食事を控えることで、早朝空腹時の血中リン濃度の上昇抑制ならびに、病態の進展を予防できる可能性が示唆された。今後、朝食リン制限+夕食リン非制限タイプと朝食リン非制限+夕食リン制限タイプの食餌構成としてさらに検討し、CKD重症化防のリン時間栄養療法の開発を進めたい。

マウスの活動期に見られるシエスタの抑制実験

○丁 靖葦、路 媛媛、李 楠、柴田 重信、田原 優

広島大学大学院 医系科学研究科 公衆衛生学

【目的】 昼寝は午後のパフォーマンスを上げ、普段の睡眠不足を改善するといった効果 がヒトで報告されている。しかし、昼間に起こる眠気のみかメカニズムや、昼寝の有無による生体への影響は、あまりよく分かっていない。一方でマウスは、暗期（活動期）の真ん中付近で体温が低下し、昼寝をする。その後また体温が上がり活動量が増えた後に、明期の睡眠期を迎えることが知られている。本研究では、マウスの昼寝を阻害、または変化させる方法を検討した上で、その状態を二週間続けた場合に、深部体温や酸化ストレスがどう影響を受けるのか解析した。

【方法】 マウスに麻酔下で温度センサを腹腔内に挿入し、深部体温リズムを計測した。オペ後は3週間の回復期間を設けた。次に、通常飼育条件下にて、深部体温を2週間計測した。その後、マイルドな断眠処置（ケージ替えによる一時的な覚醒、2時間程度の覚醒）を毎日昼寝の直前のタイミングで行い、昼寝時間帯の体温変化を計測した。これらの処置を2週間継続した後に、臓器や血液を採取し、RT-PCR や ELISA を行った。

【結果】 ケージを替えた後に、深部体温が一時的に上がり、昼寝を一定時間阻害することができたと判断した。また、興味深いことに、マウスの非活動期(ZT4-ZT8)において、コントロール条件よりも高い深部体温が観察された。よって、昼寝の抑制が夜の睡眠を妨げた可能性がある。また、抗酸化酵素である SOD1(十二指腸、腎臓)、GPX1 (腎臓) の mRNA 発現量は、昼寝抑制グループで低い値を示した。しかし、肝臓での GPX1 の発現量は逆に高かった。さらに、昼寝抑制により、酸化ストレス関連転写因子 NRF2 (肝臓)、ヘムオキシゲナーゼ-1 (肝臓、大脳皮質) は低くなったが、ヘムオキシゲナーゼ-1 は十二指腸では逆に高かった。本実験から、昼寝抑制が睡眠期の深部体温や、体内の酸化ストレスに影響することが分かったが、臓器レベルでどう影響するかさらに実験する必要がある。今後、気分やパフォーマンスへの影響も測る予定である。

優秀発表選考対象（ ）

高脂肪食の摂取タイミングによるマウスの難聴進行度の検討

○大池 秀明¹

¹ 国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構 畜産研究部門

【目的】 これまでに、マウスに高脂肪食を摂取させると、加齢に伴う難聴の進行が遅延されることを明らかにしてきた。ここでは、高脂肪食による難聴遅延効果に、摂取タイミングの違いがあるかどうかを検討することを目的とした。

【方法】 オスのDBA/2マウスに、朝と夕の1日2回、各4時間の自由摂食時間枠を設け、朝（活動期の始め）、夕（活動期の終わり）、あるいは、その両方に高脂肪食、あるいは、通常食を摂取させる条件で3か月間の飼育を行った。試験の経過に合わせて聴性脳幹反応試験により聴力を測定し、聴力特性の変化をモニタリングした。

【結果と考察】 朝夕ともに高脂肪食を摂取することにより、加齢に伴う聴力変化（潜時の後退）が抑制される傾向が検出された。高脂肪食の摂取タイミングについては、少なくとも、夕の高脂肪食摂取により、潜時の後退が検出された。朝の高脂肪食摂取の効果については、さらに追加で経過を観察する必要がある。

また、興味深いことに、夕方に高脂肪食を摂取させた群は、朝夕ともに高脂肪食を摂取させた群と同等に体重が増加したが、朝に高脂肪食を摂取させた群は、最初の1か月の体重増加はこれら2群と類似していたが、その後の体重増加は有意に抑制され、3か月後の体重としては、朝夕ともに普通食を摂取させた群に近い体重となった。このことから、時間制限給餌による高脂肪食の過体重抑制効果は、朝夕の時間帯が大きく影響することが明らかとなった。

コリン欠乏高脂肪食による非アルコール性脂肪肝炎に対する 時間制限給餌の影響

○佐藤 智之¹、大石 勝隆^{2,3}

1（国研）産総研・細胞分子・食健康機能、2東大・院・新領域・メディカル情報生命、3東理大・理工・応用生物科学

【目的】非アルコール性脂肪肝炎（以下、NASH）では、肝臓への脂質蓄積によって炎症が惹起され、長期間にわたる慢性的な炎症が線維化を引き起こすと考えられているが、そのメカニズムは完全には解明されていない。本研究では、時間制限給餌（以下、TRF）がコリン欠乏高脂肪食によるNASHモデルマウスにおける肝臓の脂質蓄積・炎症・線維化に及ぼす影響を解析し、NASH病態の進行メカニズムの解明を試みた。

【方法】明暗サイクル化で飼育した雄性C57BL/6JマウスをAd lib群（以下AL群）と活動期8時間（ZT14-ZT22）の制限給餌群（以下TRF群）の2群に分けた。NASH誘導食であるコリン欠乏高脂肪食（60 kcal % fat, 0.1 % メチオニン添加）を2週間給餌した後、ZT2、ZT14の2タイムポイントで血液・肝臓を採取し、肝臓への脂質の蓄積、炎症、線維化応答を2群間で比較した。

【結果】肝臓中の脂質量は、TRF群とAL群の間に差はなかった。また、炎症応答についても2群間に有意な差は認められなかった。一方で、線維化応答の指標となるCollagen 1a1の遺伝子発現は、ZT2においてTRF群で有意に抑制されていた。

【考察】本研究で用いたNASHモデルでは、肝臓への脂質蓄積に対しTRFは影響を及ぼさなかった。このモデルはコリン欠乏によって肝臓から全身への脂質輸送を抑制するモデルであり、本結果から、肝外への脂質輸送の抑制による脂肪肝に対してTRFが有効でないことが示唆された。また、Collagen 1a1の遺伝子発現に対してTRFによる抑制傾向が見られたことから、線維化を担う肝星細胞の活性化に対してTRFが抑制的に働いたことが示唆された。現在、同様のプロトコールで8週間給餌し肝線維化を誘導する検討を進めており、本発表では最終的な肝線維化に対するTRFの影響を評価した結果についても報告する。

優秀発表選考対象（○）

時間栄養学に基づく栄養指導で体重を増量できた神経性やせ症の一例

○浮田（柴崎）千絵里¹、鈴木（堀田）眞理^{2, 3}、増本幸二^{1, 4}

¹筑波大学附属病院 病態栄養部

²跡見学園女子大学 心理学部 臨床心理学科

³一般社団法人 健康医学協会附属 東都クリニック

⁴筑波大学 医学医療系 小児外科

【背景】神経性やせ症の特徴にはボディイメージの歪みややせ願望の強さがある。そのため体重増加を目的に栄養バランスのとれた食事を提案するスタンダードな栄養指導法では反発心や治療拒否を生じやすい。

【目的】時間栄養学に基づく栄養指導を実施した神経性やせ症の1例を報告する。

【症例】20歳代男性で小学校高学年から社交不安障害による場面緘黙症があり、中学生で神経性やせ症を発症した。最低BMIは9.2kg/m²で入院を含む治療を受けたが、治療中断していた。

大学進学時の体重は34kg（BMI: 13.6 kg/m²）、将来の就職のために体力をつけたいとBクリニックを受診した。動機を強化し摂食量を増加できたが、食事は1回/日で過食になり、食後の眠気と倦怠感、低血糖を補う過食もあり授業を欠席していた。そこで大学進学年の8月、体重39kg（BMI: 15. kg/m²）で、月1回の外来個人栄養指導を開始した。栄養指導では、食べる時間を重視した指導法とした。1日1食から3食に増やし、食事の時間を設定した。決めた時間になれば空腹に関係なく食事をするよう促した。過食は否定せず、過食の定番は甘味であったが、菓子類の摂取の前に母が用意している食事のおかずを食べるように提案した。

介入6か月後には反応性低血糖の症状は消失し、体重は45kg（BMI: 17.9 kg/m²）まで増量した。

【考察】エネルギー摂取量ではなく、食べる時間にこだわる指導法により体重増加の恐怖を回避できたことで、本人の治療意欲を維持し、栄養状態の改善へと繋がった。

【結語】時間栄養学に基づく栄養指導法は、長期罹患した神経性やせ症患者への効果的な治療手段である可能性が示唆された。

優秀発表選考対象（○）

経口摂取が進まない患儿へ食事時間を意識し介入した一例

○海老名 慧^{1, 2}、浮田（柴崎）千絵里²、酒井 比奈子³、佐々木 理人³
竹越 一博⁴、増本幸二^{2, 3}

¹筑波大学 人間総合科学学術院 人間総合科学研究科 スポーツ医学学位プログラム

△

²筑波大学附属病院 病態栄養部

³筑波大学 医学医療系 小児外科

⁴筑波大学 医学医療系 スポーツ医学/臨床検査医学

【背景】上腸間膜動脈（Superior Mesenteric Artery；SMA）症候群（本症）は十二指腸水平脚が上腸間膜動脈を含む腸間膜根部と大動脈や脊椎との間に挟まれ、通過障害をきたす病態である。原因の一つとして、やせに伴う十二指腸周辺脂肪組織の減少があげられる。

【目的】経口摂取が進まず経管栄養を用いた本症患儿に対し、時間栄養学に基づいた栄養介入を行い、経口摂取量増加を経験したので報告する。

【症例】11歳男児で尿路感染を契機に入院した。入院時体重は25.8 kg（BMI:14.6 kg/m²）であり、経口摂取量は800kcal程度であった。入院後徐々に嘔吐、腹部痛を訴えSMA症候群と診断された。診断時体重24.9kg（BMI:14.0 kg/m²）であり、体重増加を目的に経口摂取と併用して経管栄養が開始された。経管栄養は9時、19時に約2時間かけ注入された（480kcal/day）。医師から体重増加の必要性を説明されたが患儿の特性もあり、経口摂取量はさらに減少した。同時期に自閉スペクトラム症と診断され心理士の介入が始まった。心理士が同席し食事を促すことで「好きなもの」を「好きな時間」に摂取することはできるようになったが、食事のリズムは乱れていた。そこで管理栄養士が介入し、生活リズムの是正を目的とした給食の提供を再開した。食事の際は管理栄養士が訪室することで、患儿が食事の時間を把握でき、食事に向き合うことで介入1週間後には、経口摂取エネルギー量が800～1200kcalまで増加した。

【考察】食事時間を示す指標として給食を用いることで特性を持った患儿の行動変容を促すことができた。

【結語】時間栄養学に基づく栄養介入は、食生活のリズムを整える一助となり、経口摂取の増量に繋がった。

優秀発表選考対象（○）

**ナトリウムまたはカリウムの摂取量とアテネ不眠尺度の関連性
:あすけん®に蓄積されたデータを用いた横断研究**

○岡本 大輝¹、田原 優¹、柴田 重信¹、弓屋 結¹、福永 亜美¹、久保 達彦¹

¹広島大学 公衆衛生学教室

要旨

睡眠障害は、多くの国民に影響を与える大きな公衆衛生問題である。特定の栄養素と睡眠の関連を調べた論文はいくつかあるが、いずれも1日の総摂取量を対象にしたものであり、「いつ」摂取したかを対象にしていない。睡眠障害の原因のひとつに、夜間高血圧が関連しているとする先行研究がある。本研究は、日本の食事記録モバイルヘルスアプリであるあすけん®のユーザーから得られた朝・昼・夕・間食の食事データに基づいて、高血圧と関連の高いカリウムやナトリウムの食事パターンと、睡眠不具合の尺度であるAthens Insomnia Scale (AIS) スコアとの関連を検討した横断研究である。AISスコアは3つのグループに割り付けた。年齢、性別、BMI、1日総エネルギー摂取量を調整した重回帰分析の結果、AISスコアの高い臨床的不眠群では、間食のナトリウム摂取量が多く、朝食、昼食、夕食及び1日合計のカリウム摂取量が少なかった。これらの結果は、睡眠不具合とナトリウム・カリウムの摂取タイミングとの間に新たな関連があることを示唆している。

優秀発表選考対象（○）

スマートフォンアプリによる女子大学生への生活リズム介入が 体調と学修効果に及ぼす影響

○半澤史聡^{1,2}, 平塚綾音¹, 堀江優里³, 久保慶太³, 松浦祐真³, 亀井亜希子³, 高山祐美², 湯面百希奈², 坂根直樹⁴, 永井成美^{1,2}

¹兵庫県立大学環境人間学部食環境栄養課程, ²兵庫県立大学大学院環境人間学研科

³株式会社NTTドコモ, ⁴京都医療センター臨床研究センター

【目的】我々はこれまでに女子大学生において、学年進行でクロノタイプの夜型化が生じることや（山口ら, 2011）、夜型タイプと日中の眠気が関連することを報告している（本窪田ら, 2016）。本研究の目的は、体内時計を整えることを目的として設計・開発されたスマートフォンアプリを用いた生活リズム介入が、女子大学生の心身の健康状態と学修効果に及ぼす影響をプレゼンティーイズム（体調不調での出席）やアブセンティーイズム（欠席）にも注目して検討することであった。

【方法】女子大学生（2-3年生）40名を介入群（Team A）と対照群（Team B）に無作為に同数に分け、Team Aにはアプリを4週間使用してもらった。アプリ使用開始日、終了日には質問紙調査（クロノタイプ、ソーシャルジェットラグ、プレゼンティーイズム・アブセンティーイズム）を行い、アプリ使用開始日、2週間後、そして終了日には主観的指標（眠気、幸福感）、学修効果、BMIを調査した。アプリ使用開始日と終了日の前後4日間で体重と体組成（InBody S10）も測定した。インセンティブとしてアプリ使用でポイントが貯まり、その数値が謝礼額になる仕組みを導入した。

【結果】主観的指標および学修効果では、Team Aでのみ、2週間後に日中の眠気の有意な低下、および授業内容の理解度の有意な上昇が認められた。しかし、これらの介入効果は4週間後には消失した。介入前後のプレゼンティーイズムでは、両群ともに有意差は見られなかったが、アブセンティーイズムでは、Team Aにおいて遅刻・早退日数が、Team Bにおいて欠席日数が有意に増加した。Team Aのやせ（BMI < 18.5 kg/m²）の参加者全員（4名）において、介入4週間後に、体重が介入前に比べて増加した。

【考察】アプリによる生活リズムへの介入により、日中の眠気や学修効果の好ましい変化や、少人数ではあるがやせの改善が認められた。しかし、体調の変化は観察されなかったため、より長期の介入による検討が必要と考えられる。

優秀発表選考対象（ ）

各食事のNRF9.3栄養評価と肥満・高血圧や朝食シリアル摂取との関連

○柴田 重信^{1,2}、Khaing Inn-Kynn¹、多田 綾子³、井上 祥子³、道江 美貴子³、田原 優^{1,2}

¹広島大学、²早稲田大学、³株式会社Asken

【背景】NRF9.3（高栄養食品指数）は、欧米で食事全体を栄養密度の観点から評価する 妥当性が確認済みの尺度であり、肥満との関連性などが知られている。NRF9.3は一日量として摂取した栄養素を基準値の栄養素量と比較するのみで、朝昼夕などの各食事での評価は不十分であった。一方、時間栄養学的な視点では、各食事での指数が高いか低いかが重要であり、各食事のNRF9.3 スコアは栄養指導でも必要な情報である。

【目的】NRF9.3を各食事で算出し、この指数が標準体重と肥満者（BMI25以上）では異なるか、また標準血圧と高血圧(130mmHg以上)では異なるかを調べ、どの食事のNRF9.3が関連しているかを明らかにする。朝食は和食、和洋食、洋食、シリアル食に分類できることを報告しているので、朝食の種類と各食事でのNRF9.3のスコアの関係を調べる。さらに、朝食パターンとNRF9.3と血圧の関連性について調べる。

【方法】「あすけん」アプリの利用者で、収縮期血圧、朝食スタイルに答え、かつ食事記録が十分にそろった男子664名、女子1691名を解析した。摂取が望ましい栄養素9種類（NRF9）として、タンパク質、カリウム、カルシウム、鉄、マグネシウム、食物繊維、ビタミンA,C,Dの各食事での摂取量を年齢、男女を補正した2015年版日本人の食事摂取基準と比較し最大値を100%とした。スコアの最大値は9種類の100%=900となる。一方、望ましくない栄養素3種類（NRF3）としてナトリウム、飽和脂肪酸、添加糖類を基準値と比較した。スコアの最大値は3種類の100%=300となる。NRF9.3=NRF9-NRF3で、最大600となり、スコアが高いほど健康食を取っている可能性が高い。

【結果】男女ともに肥満者は1日量でもNRF9.3の値が低く(P<0.01)、これは朝食で反映されていた(p<0.01)。高血圧との関連では、女子は1日量では差がなく、昼食(p<0.01)と朝食(p<0.05)で高血圧はNRF9.3のスコアが低かった。男子は1日量(p<0.01)でも、昼食(P<0.01)でも高血圧者が低かった。シリアルや和食の朝食習慣は洋食、和洋食に比較して、朝食のみならず、昼食・夕食もNRF9.3が高い食事を摂る習慣が見られ、1日量でも当然NRF9.3 は高かった。最後に、シリアルを摂る習慣の人（9.5%）は洋食習慣の人(14.3%)に比べ、高血圧の割合が有意に低かった。

【結論】NRF9.3の各食事での解析は、食事指導の現場で有用な情報を提供できる。シリアル朝食の人は、NRF9.3のスコアが高いものを3食とも摂取し、このことが高血圧予防に関連するかもしれない。

腸内細菌に影響を及ぼす食事の摂取パターン

○森 達則¹、荻原 修也¹、富士川 凜太郎¹、鈴木 啓太¹

¹AuB株式会社

【目的】

本研究は、時間軸を考慮した食事の摂取パターンが腸内細菌に及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。以前の研究では、食事と腸内細菌の関係が証明されているが、時間軸を考慮した研究はまだまだ少ないといえる。腸内細菌は、多くの疾患や身体の状態に影響を与えるため、食事の改善は重要性が高まっている。

【方法】

一般生活者352人を対象に、次世代シーケンサによる腸内細菌叢解析と、食事アンケートによる朝昼晩および間食の食事傾向調査を行った。腸内細菌の評価は、多様性指数、ビフィズス菌、*Faecalibacterium*（酪酸産生菌）の3つの指標に注目した。それぞれの指標が中央値以上である「better」グループと、中央値未満の「worth」グループに分けて分析を行った。

【結果】

「better」グループは、「worth」グループと比較して、朝食でのカルシウムや乳糖の摂取量が有意に多く、夕食でのコレステロールの摂取量が有意に少ないことがわかった。また、朝食での果糖の摂取量は「better」グループで有意に多かったが、夕食では逆に有意に少なかった。全体の摂取エネルギーや食物繊維摂取量には差は見られなかった。

【考察】

乳糖の摂取はビフィズス菌の増殖を促進し、一方で高コレステロールの摂取は腸内細菌叢のバランスを崩すと報告されており、これらは本研究の結果と一致する。また、食物繊維の摂取量に差は見られなかったものの、夕食時に食物繊維を多く摂取するグループでは*Faecalibacterium* や *Roseburia*（酪酸産生菌）が有意に多いことが別の解析で明らかとなった。これらの結果から、食事の摂取タイミングが腸内細菌に影響を及ぼす可能性が示唆され、食物繊維の摂取もまた重要であると考えられる。