

座位行動の健康影響に関する実験的研究の動向

研究分担者 岡 浩一朗（早稲田大学スポーツ科学学術院・教授）

研究協力者 小崎 恵生（筑波大学体育系・助教）

研究協力者 石井 香織（早稲田大学スポーツ科学学術院・教授）

研究協力者 柴田 愛（筑波大学体育系・准教授）

研究協力者 安永 明智（文化学園大学国際文化学部・教授）

研究協力者 宮脇 梨奈（明治大学文学部・講師）

研究要旨

近年の観察研究では、長時間の座位行動が心血管代謝疾患や総死亡のリスク上昇と関連することが明らかにされている。一方、座位行動の中断が心血管代謝疾患のリスク減少につながることを示した実験的研究も徐々に増えてきている。本研究では、座位行動の定期的な中断が心血管代謝疾患のリスク因子（血管機能、血圧、糖代謝動態）に及ぼす影響について検討した実験的研究の動向を明らかにすることを目的とした。その結果、中高強度身体活動を増加させることに加えて、長時間の座位行動を定期的な（たとえば30分毎に3分間の）身体活動で中断することが心血管代謝疾患のリスク因子に改善をもたらす可能性が示された。しかしながら、現状では実験的研究のエビデンスは限定的であるため、座位行動と心血管代謝疾患に関する因果関係や推定機構を深く理解するためには、更なる実験的研究が必要であると考えられた。

A. 研究目的

近年の観察研究では、長時間の座位行動が心血管代謝疾患や総死亡のリスク上昇と関連することが明らかにされている。一方、座位行動の中断が心血管代謝疾患のリスク低減につながることを示した実験的研究も徐々に増えてきている。ここでいう実験的研究とは、主に長時間にわたって座位行動を継続する場合（対照条件）と、20～30分毎に2～3分間の身体活動（たとえば、低強度対中高強度のような強度の異なる歩行運動、歩行運動対抵抗性運動のような異なる形態による運動など）で座位行動を中断する場合（介入条件）とで、心血管代謝疾患のリスク因子をはじめとする健康指標へ及ぼす急性的な影響が異なるか否かについて比較するものである。

本研究では、実験室レベルで行われた座位行動に関する研究を中心に、長時間の座位行動および

座位行動の中断が心血管代謝疾患のリスク因子に及ぼす急性的な影響についてその潜在的メカニズムも含めて概観した。特に本研究では、心血管代謝疾患リスク因子の中でも座位中断の急性的な影響を特に受けやすいと考えられる血管機能、血圧、糖代謝動態に焦点を当て、これまでに得られている知見と今後の課題について整理した。

B. 研究方法

1. 関連論文の抽出

文献データベース（PubMed等）から、座位行動と血管機能、血圧、糖代謝動態との関連について検討した実験的研究に関する文献を収集した。

はじめに、座位行動と血管機能に関して、長時間連続した座位行動の中断が血管内皮機能（FMD: flow mediated dilation）に及ぼす急性的な影響について検討した実験的研究を中心に文献を概説した。

次に、座位行動と血圧について、座位行動を中断した場合の降圧効果について検討している実験的研究を中心に文献を整理した。

最後に、座位行動と糖代謝動態に関しては、長時間座位行動の中断が糖代謝動態に及ぼす急性的な影響について検証した実験室レベルの研究を概観した。

2. 倫理的配慮

本研究では、個人情報を取り扱うことはなく、倫理的な配慮は不要であった。

C. 研究結果

1. 座位行動と血管機能

座位行動が血管機能に及ぼす急性的な影響について検討した実験的研究では、1) 長時間連続した座位行動により下肢の FMD が低下すること、2) 座位行動を中断することにより下肢の FMD 低下は抑制されることなどが結論づけられていた (1)。長時間連続した座位行動が下肢の血管内皮機能を低下させる主なメカニズムの一つとして、血管拡張作用のある一酸化窒素の産生に寄与するはずり応力の減少などを挙げている研究 (2) が散見された。

2. 座位行動と血圧

座位行動が血圧に及ぼす影響を実験室レベルで検証している研究は非常に少なかった。限られた知見ではあるものの、現状の報告では、長時間の座位行動を中断することで一定の降圧効果が認められることが示されていた (3-4)。さらに最近では、早朝運動と座位行動の中断を組み合わせた場合の急性的な血圧変動について検討した実験室レベルの研究なども報告されていた (5)。なお、長時間の座位行動が血圧を変動させるメカニズムは複雑であるが、大別すると血圧の主な規定因子である心拍出量もしくは末梢血管抵抗の変化に集約されていた。

3. 座位行動と糖代謝動態

長時間連続した座位行動が糖代謝動態に及ぼす

急性的な影響を検証している実験室レベルの研究は複数報告されていた。これらの研究では、一貫して、中断のない連続した座位行動が糖代謝動態（食後の血糖値やインスリン値など）を悪化させることを示していた (6-7)。これに対し、食後において連続した座位行動を中断した場合、糖代謝動態の急性的な悪化は改善される可能性が示されていた (8-9)。さらに、インスリン受容体シグナル経路は、座位中断に対して鋭敏に反応する可能性が示されており、座位行動が糖代謝動態を変動させる主要なメカニズムとして報告されていた (10)。

D. 考察

1. 本研究から得られた知見

心血管代謝疾患リスクの中でも長時間連続した座位行動を中断することの急性的な影響を特に受けやすいと考えられる血管機能、血圧、糖代謝動態に焦点を当て、実験的研究の知見について整理を行った。その結果、長時間の座位行動を定期的に中断することが、血管機能、血圧、糖代謝動態といった心血管代謝疾患に関わるリスク因子を概ね改善させる傾向が示され、座位行動を定期的な（たとえば 30 分毎に 3 分間の）身体活動で中断することが心血管代謝疾患リスク因子の改善に貢献する可能性が示された。

座位行動と種々の健康アウトカムの因果関係や、その根底にある詳細なメカニズムについては多くの仮説が示されており、現在も世界各国でその検証が進められている。今回は、血管機能、血圧、糖代謝動態に焦点を絞って概説したが、それ以外にも、脂質代謝動態や慢性炎症などの心血管代謝疾患のリスク因子 (11)、脳血行動態や認知機能 (12-13) が座位行動を中断することにより変動することを示唆する実験的研究が報告されていた。

2. 次回の改定に向けた課題

今後の研究課題として、心血管代謝疾患の発症および重症化予防に向けた座位中断の最適化を図るため、どのようなタイミングで、どのようなパターンで座位行動を中断するべきなのかについて検証

を重ねていく必要があると考えられた。また、座位行動の健康影響は非常に複雑であるため、生物学的観点や行動科学的観点からも注意深く検討を進めていくことが必要である。それらを実現するためには、新たな測定方法、研究デザイン、統計解析手法等の開発も不可欠であると考えられる。

E. 結論

中高強度身体活動を増加させることに加えて、長時間の座位行動を頻繁に中断することが心血管代謝疾患リスク因子の改善に貢献する可能性が示された。しかしながら、近年の実験的エビデンスは限定的であり、座位行動と心血管代謝疾患に関する因果関係や推定機構を深く理解するためには、更なる実験的研究が必要であると考えられた。

F. 健康危険情報

なし。

G. 研究発表

1. 論文発表

- 1) 小崎恵生, 前田清司, 岡浩一郎. 座位行動と心血管代謝疾患: 実験的研究に基づくエビデンスとメカニズムー. 体力科学, 71(1): 147-155, 2022.
- 2) Kosaki K, Takahashi K, Matsui M, Yoshioka M, Mori S, Nishitani N, Shibata A, Saito C, Kuro-o M, Yamagata K, Oka K, Maeda S. Sedentary behavior and estimated nephron number in middle-aged and older adults with or without chronic kidney disease. *Experimental Gerontology*, 154: 111531, 2021.

2. 学会発表

- 1) 森翔也, 小崎恵生, ..., 岡浩一郎, 前田清司. 一般成人における座位行動と脳血流変動の関連性. 第76回日本体力医学会大会, 2021年9月.

H. 知的財産権の出願・登録状況

なし。

引用文献

- 1) Paterson C, Fryer S, Zieff G, Stone K, Credeur DP,

Barone Gibbs B, Padilla J, Parker JK, Stoner L.

The effects of acute exposure to prolonged sitting, with and without interruption, on vascular function among adults: A meta-analysis. *Sports Med*, 50: 1929-1942, 2020.

- 2) Thosar SS, Johnson BD, Johnston JD, Wallace JP. Sitting and endothelial dysfunction: the role of shear stress. *Med Sci Monit*, 18: RA173-180, 2012.
- 3) Bhammar DM, Sawyer BJ, Tucker WJ, Gaesser GA. Breaks in sitting time: Effects on continuously monitored glucose and blood pressure. *Med Sci Sports Exerc*, 49: 2119-2130, 2017.
- 4) Larsen RN, Kingwell BA, Sethi P, Cerin E, Owen N, Dunstan DW. Breaking up prolonged sitting reduces resting blood pressure in overweight/obese adults. *Nutr Metab Cardiovasc Dis*, 24: 976-982, 2014.
- 5) Wheeler MJ, Dunstan DW, Ellis KA, Cerin E, Phillips S, Lambert G, Naylor LH, Dempsey PC, Kingwell BA, Green DJ. Effect of morning exercise with or without breaks in prolonged sitting on blood pressure in older overweight/obese adults. *Hypertension*, 73: 859-867, 2019.
- 6) Loh R, Stamatakis E, Folkerts D, Allgrove JE, Moir HJ. Effects of interrupting prolonged sitting with physical activity breaks on blood glucose, insulin and triacylglycerol measures: A systematic review and meta-analysis. *Sports Med*, 50: 295-330, 2020.
- 7) Saunders TJ, Atkinson HF, Burr J, MacEwen B, Skeaff CM, Peddie MC. The acute metabolic and vascular impact of interrupting prolonged sitting: A systematic review and meta-analysis. *Sports Med*, 48: 2347-2366, 2018.
- 8) Dunstan DW, Kingwell BA, Larsen R, Healy GN, Cerin E, Hamilton MT, Shaw JE, Bertovic DA, Zimmet PZ, Salmon J, Owen N. Breaking up prolonged sitting reduces postprandial glucose and insulin responses. *Diabetes Care*, 35: 976-983, 2012.

- 9) Dempsey PC, Larsen RN, Sethi P, Sacre JW, Straznicky NE, Cohen ND, Cerin E, Lambert GW, Owen N, Kingwell BA, Dunstan DW. Benefits for type 2 diabetes of interrupting prolonged sitting with brief bouts of light walking or simple resistance activities. *Diabetes Care*, 39: 964-972, 2016.
- 10) Bergouignan A, Latouche C, Heywood S, Grace MS, Reddy-Luthmoodoo M, Natoli AK, Owen N, Dunstan DW, Kingwell BA. Frequent interruptions of sedentary time modulates contraction- and insulin-stimulated glucose uptake pathways in muscle: Ancillary analysis from randomized clinical trials. *Sci Rep*, 6: 32044, 2016.
- 11) Dempsey PC, Matthews CE, Dashti SG, Doherty AR, Bergouignan A, van Roekel EH, Dunstan DW, Wareham NJ, Yates TE, Wijndaele K, Lynch BM. Sedentary behavior and chronic disease: Mechanisms and future directions. *J Phys Act Health*, 17: 52-61, 2020.
- 12) Wheeler MJ, Green DJ, Ellis KA, Cerin E, Heinonen I, Naylor LH, Larsen R, Wennberg P, Boraxbekk CJ, Lewis J, Eikelis N, Lautenschlager NT, Kingwell BA, Lambert G, Owen N, Dunstan DW. Distinct effects of acute exercise and breaks in sitting on working memory and executive function in older adults : a three arm, randomised cross-over trial to evaluate the effects of exercise with and without breaks in sitting on cognition. *Br J Sports Med*, 54: 776-781, 2020.
- 13) Wheeler MJ, Dunstan DW, Smith B, Smith KJ, Scheer A, Lewis J, Naylor LH, Heinonen I, Ellis KA, Cerin E, Ainslie PN, Green DJ. Morning exercise mitigates the impact of prolonged sitting on cerebral blood flow in older adults. *J Appl Physiol*, 126: 1049-1055, 2019