

ESTIMASI KALORI EKSPENDITURE BERDASARKAN ACCELEROMETER ACTIGRAPH DAN TREADMILL

ESTIMATION OF CALORIE EXPENDITURE BASED ON ACCELEROMETER ACTIGRAPH AND TREADMILL

¹Aulia Anshari, ^{2*}Jajat, ³Kuston Sultoni, ⁴Adang Suherman, ⁵Yati Ruhayati, ⁶Widy Dewi Nuryanti
^{1,2*,3,4,5,6}Program Studi Ilmu Keolahragaan, Fakultas Pendidikan Olahraga dan Kesehatan,
Universitas Pendidikan Indonesia

Kontak koresponden: jajat_kurdul@upi.edu

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan pengeluaran kalori yang diukur menggunakan *Accelerometer Actigraph* GT3X dan Treadmill dalam aktivitas fisik terkontrol. Populasi penelitian terdiri dari 50 mahasiswa Ilmu Keolahragaan Universitas Pendidikan Indonesia, yang terdiri dari 27 laki-laki dan 23 perempuan. Penelitian dilakukan dengan metode cross-sectional di laboratorium Fakultas Pendidikan Olahraga dan Kesehatan (FPOK UPI). Partisipan menjalani tiga sesi aktivitas di atas treadmill dengan kecepatan berbeda: 2,5 km/jam (jalan lambat), 4,5 km/jam (jalan cepat), dan 5,5 km/jam (jogging lambat). Pengumpulan data dilakukan dengan merekam pengeluaran kalori dari *Accelerometer Actigraph* GT3X dan Treadmill, yang kemudian dianalisis menggunakan SPSS versi 26. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata estimasi pengeluaran kalori dari treadmill (3,13 METS) lebih tinggi dibandingkan dengan *Actigraph* (2,07 METS). Analisis korelasi Spearman menunjukkan hubungan yang lemah dan tidak signifikan antara kedua perangkat ($r = 0,245$; $p > 0,05$). Kesimpulannya, kedua perangkat memberikan hasil yang berbeda dalam memperkirakan pengeluaran kalori, sehingga tidak dapat digunakan secara bergantian. *Actigraph* lebih cocok untuk memantau aktivitas sehari-hari dengan intensitas rendah hingga sedang, sedangkan Treadmill lebih akurat untuk aktivitas fisik intensitas tinggi seperti lari atau jogging. Penelitian ini memberikan kontribusi dalam memahami perbedaan perangkat dalam mengukur pengeluaran kalori dan pentingnya memilih alat yang sesuai dengan kebutuhan pengguna.

Kata Kunci: *Accelerometer Actigraph* GT3X; *Treadmill*; Pengeluaran Kalori; Aktivitas Fisik

ABSTRACT

This study aims to compare calorie expenditure measured using Actigraph GT3X Accelerometer and Treadmill in controlled physical activity. The study population consisted of 50 Sport Science students of Universitas Pendidikan Indonesia, consisting of 27 men and 23 women. The study was conducted using a cross-sectional method in the laboratory of the Faculty of Sport and Health Education (FPOK UPI). Participants underwent three activity sessions on a treadmill at different speeds: 2.5 km/h (slow walking), 4.5 km/h (fast walking), and 5.5 km/h (slow jogging). Data was collected by recording caloric expenditure from the Actigraph GT3X Accelerometer and Treadmill, which was then analyzed using SPSS version 26. The results showed that the average estimated caloric expenditure from the treadmill (3.13 METS) was

higher than that from the Actigraph (2.07 METS). Spearman correlation analysis showed a weak and non-significant relationship between the two devices ($r = 0.245$; $p > 0.05$). In conclusion, the two devices gave different results in estimating caloric expenditure, so they cannot be used interchangeably. Actigraph is more suitable for monitoring low to moderate intensity daily activities, while Treadmill is more accurate for high intensity physical activities such as running or jogging. This study contributes to understanding how different devices measure calorie expenditure and the importance of choosing a device that suits the user's needs.

Keywords: *Accelerometer Actigraph GT3X; Treadmill; Calorie Expenditure; Physical Activity*

Pendahuluan

Selama 40 tahun terakhir, obesitas atau kelebihan berat badan telah muncul sebagai masalah kesehatan masyarakat global yang utama (Albuquerque et al., 2017), khususnya di negara berkembang (Ellulu et al., 2014), ini menjadi masalah yang sangat serius. Dalam studi *World Health Organization* (WHO) tentang diet, nutrisi dan pencegahan penyakit kronis, obesitas atau kelebihan berat badan diidentifikasi sebagai faktor risiko utama untuk semua penyakit tidak menular (WHO, 2003). Sementara itu, tercatat bahwa 21,8 % penduduk di Indonesia diatas 18 tahun mengalami obesitas atau kelebihan berat badan (Kementerian Kesehatan RI, 2018). Pergeseran global dalam epidemiologi kesehatan, di mana obesitas menjadi tantangan serius, terutama di negara berkembang seperti Indonesia. Angka 21,8% menunjukkan perlunya intervensi strategis berbasis pola makan, aktivitas fisik, dan edukasi kesehatan untuk mencegah dampak jangka panjang obesitas pada penyakit tidak menular. Kesadaran masyarakat dan kebijakan berbasis bukti harus berjalan seiring untuk menanggulangi masalah ini.

Obesitas atau kelebihan berat badan disebabkan oleh penumpukan lemak tubuh berlebih, yang berdampak buruk bagi kesehatan (Salam et al., 2022). Kondisi kelebihan berat badan dapat membahayakan bagi tubuh (C. Black et al., 2019; C. K. Black et al., 2024; Chu et al., 2018). Secara bertingkat, kelebihan berat badan atau obesitas dikaitkan dengan prevalensi yang lebih tinggi dari sejumlah gangguan kesehatan kronis dan secara signifikan meningkatkan risiko berbagai penyakit serta gangguan klinis (Knight, 2011; Must et al., 1999). Dampak serius obesitas sebagai faktor risiko utama untuk berbagai gangguan kesehatan kronis. Penumpukan lemak tubuh yang berlebih tidak hanya memengaruhi kesehatan fisik tetapi juga meningkatkan beban sistem kesehatan secara keseluruhan. Pendekatan menyeluruh yang mencakup pencegahan, diagnosis dini, dan manajemen gaya hidup sangat penting untuk mengatasi masalah ini secara efektif.

Salah satu penyebab utama kelebihan berat badan adalah ketidakseimbangan antara kalori yang masuk ke dalam tubuh dengan kalori yang dikeluarkan oleh tubuh (Asumadu-Sarkodie, 2014). Banyak orang cenderung mengalami kelebihan kalori yang kemudian disimpan sebagai lemak tubuh (Ludwig, 2023), karena mereka tidak memahami pentingnya mengontrol kalori yang masuk dan keluar dari tubuh secara efisien (Salam et al., 2022). Untuk membantu memperkirakan hitungan pengeluaran kalori, beberapa teknologi sudah dikembangkan (Xiao et

al., 2020) (Rahaman & Dyo, 2020). Pentingnya kesadaran akan keseimbangan energi sebagai kunci pengendalian berat badan. Meskipun teknologi dapat membantu memantau pengeluaran kalori, edukasi tentang pola makan dan aktivitas fisik tetap menjadi komponen utama. Kombinasi antara pemahaman individu dan pemanfaatan teknologi dapat menjadi langkah efektif untuk mencegah dan mengatasi kelebihan berat badan.

Saat ini, terdapat alat yang dapat digunakan untuk memudahkan dalam memperkirakan pengeluaran kalori salah satunya adalah *Accelerometer Actigraph*. *Accelerometer Actigraph* semakin banyak digunakan dalam proyek penelitian untuk dewasa dan anak-anak (Jackson et al., 2003; Kelly et al., 2007; Sasaki et al., 2011). Penelitian lain juga telah dilakukan, dan beberapa peneliti sudah membuktikan bahwa alat ini cocok digunakan untuk mengukur aktivitas fisik, baik di laboratorium maupun di luar ruangan (Bassett, 2000; D et al., 2000), untuk memperkirakan pengeluaran kalori (Rothney et al., 2010). Namun, belum ada penelitian yang membandingkan langsung pengeluaran kalori yang tercatat di *Accelerometer Actigraph* dengan treadmill, karena treadmill juga dapat memperkirakan pengeluaran kalori yang dikeluarkan selama beraktivitas di treadmill.

Maka dari itu, tujuan utama dari penelitian ini adalah menyelidiki kesesuaian *Accelerometer Actigraph* dan membandingkan dengan alat *treadmill* dalam memperkirakan pengeluaran kalori ketika melakukan aktivitas fisik. Selain itu, tujuan dari penelitian ini juga adalah untuk mengetahui kalori yang dikeluarkan oleh tubuh selama menjalani aktivitas fisik menggunakan *Accelerometer Actigraph*.

Metode

Penelitian ini menggunakan studi *cross-sectional*. Pendekatan ini dipilih untuk membandingkan hasil perkiraan pengeluaran kalori menggunakan alat *Accelerometer Actigraph* GT3X dan treadmill pada aktivitas fisik yang terkontrol. Sebanyak 50 remaja yang merupakan mahasiswa Ilmu Keolahragaan Universitas Pendidikan Indonesia yang terdiri dari 27 laki-laki dan 23 perempuan yang dibagi kedalam dua tahap dan berpartisipasi secara sukarela dalam penelitian ini. Tahap pertama dilaksanakan pada 24 dan 29 Oktober 2024 sebanyak 25 partisipan dan tahap kedua pada 18 dan 21 November 2024 sebanyak 25 partisipan.

Peserta diharuskan memakai *Accelerometer Actigraph* GT3X yang sudah diberi nama mereka masing-masing selama penelitian berlangsung yang dilakukan di laboratorium Fakultas Pendidikan Olahraga dan Kesehatan, Universitas Pendidikan Indonesia (FPOK UPI). Proses pengukuran, *Accelerometer Actigraph* GT3X dipasang pada tubuh peserta untuk mendeteksi gerakan dan mengestimasi pengeluaran kalori, sementara treadmill mencatat pengeluaran kalori berdasarkan jarak tempuh dan kecepatan yang telah dikalibrasi.

Sebelum melakukan penelitian, para peserta mengisi formulir persetujuan untuk mengikuti penelitian ini dari awal sampai akhir dalam bentuk *Google Form* yang disebarluaskan beberapa hari sebelum peserta melakukan penelitian. Setelah menyelesaikan pengisian formulir, peserta diikutsertakan dalam proses penelitian ini.

Pengujian *treadmill*, subjek melakukan 3x tes jalan/lari diatas treadmill dengan kecepatan

2.5 km/jam (jalan lambat), 4.5 km/jam (jalan cepat) dan 5.5 km/jam (joging lambat). Setiap tes dilakukan selama 10 menit dengan istirahat selama 5 menit setiap sesinya. Data yang tertera pada *Actigraph GT3X* dan *treadmill* direkam dan dicatat untuk setiap sesinya. Setelah para peserta selesai melakukan tes di laboratorium, data yang tercatat di *Actigraph* diinput menggunakan aplikasi *actilife* kedalam komputer untuk disesuaikan dengan data yang tercatat di *treadmill*.

Analisis data dilakukan menggunakan analisis deskriptif dan uji korelasi dengan menggunakan perangkat lunak IBM SPSS Statistics versi 26. Analisis deskriptif digunakan untuk mengevaluasi skor rata-rata pengukuran menggunakan *Actigraph* dan *treadmill*, dengan mempertimbangkan jenis kelamin sebagai variabel pembeda, sedangkan untuk uji korelasi digunakan untuk mengevaluasi hubungan antara pengukuran menggunakan *Actigraph* dan *treadmill* pada 50 sampel.

Hasil

Berdasarkan tabel, rata-rata *METS* yang dikeluarkan laki-laki pada saat menggunakan *Actigraph* lebih besar dari rata-rata *METS* yang dikeluarkan oleh perempuan. Rata-rata *METS* laki-laki pada *Actigraph* juga lebih besar daripada skor rata-rata *METS* keseluruhan pada saat menggunakan *Actigraph*. Adapun pada saat menggunakan *treadmill*, rata-rata *METS* perempuan lebih besar dibandingkan dengan rata-rata *METS* laki-laki dan juga lebih besar daripada rata-rata *METS* keseluruhan.

Tabel 1. Deskriptif data rata-rata *METS* dari *Actigraph* dan *Treadmill*

		N	Mean (<i>METS</i>)
<i>Actigraph</i>	Laki-Laki	27	2,15
	Perempuan	23	1,98
	Total	50	2,07
<i>Treadmill</i>	Laki-Laki	27	3,12
	Perempuan	23	3,14
	Total	50	3,13

Hasil tabel, menunjukkan bahwa koefisien korelasi antara kedua variabel adalah 0,245, yang mengindikasikan tidak ada hubungan antara *Actigraph* dan *treadmill*. Namun, nilai signifikansi (Sig. 2-tailed) sebesar 0,087. Dengan demikian, hubungan yang ditemukan dalam sampel ini mungkin terjadi secara kebetulan dan tidak cukup kuat untuk digeneralisasikan kepopulasi yang lebih luas.

Tabel 2. Analisis Korelasi *Actigraph* dan *Treadmill*

	N	<i>Spearman's Correlation</i>	Sig. (2-tailed)
<i>Actigraph</i>	50	1	0
<i>Treadmill</i>	50	0,245	0,087

Pembahasan

Studi ini berfokus pada memprediksi pengeluaran kalori yang diukur menggunakan *Accelerometer Actigraph* GT3X dan Treadmill pada aktivitas fisik. Tujuannya adalah untuk menyelidiki kesesuaian *Accelerometer Actigraph* dan membandingkan dengan alat Treadmill dalam memperkirakan pengeluaran kalori ketika melakukan aktivitas fisik.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa rata-rata perkiraan pengeluaran kalori yang diukur menggunakan *Accelerometer Actigraph* lebih rendah dibandingkan dengan treadmill baik laki-laki maupun perempuan. Perbedaan ini menunjukkan bahwa perangkat *Accelerometer Actigraph* GT3X cenderung memberikan estimasi pengeluaran kalori lebih rendah dibandingkan yang tercatat di treadmill. Perbedaan antara kedua alat tersebut kemungkinan disebabkan oleh perbedaan metode pengukuran dan algoritma yang digunakan untuk memperkirakan pengeluaran kalori.

Hasil penelitian sesuai dengan beberapa penelitian sebelumnya (Rothney et al., 2010; Sasaki et al., 2011). Pada penelitian sebelumnya menyatakan bahwa perangkat berbasis akselerometer seperti *Actigraph* memang cenderung memperkirakan lebih sedikit kalori dibandingkan dengan perangkat yang memprediksi pengeluaran kalori berdasarkan jarak dan kecepatan seperti treadmill (King et al., 2004). Peneliti lain juga menemukan hal serupa yang menunjukkan perangkat *Actigraph* dalam memperkirakan pengeluaran kalori yang melibatkan jalan atau jogging tidak seakurat penggunaan treadmill yang dirancang untuk mengukur jarak dan kecepatan secara langsung (Fotouhi-Ghazvini & Abbaspour, 2020).

Penelitian ini juga menunjukkan bahwa tidak terdapat hubungan yang signifikan antara estimasi pengeluaran kalori menggunakan *Accelerometer Actigraph* dengan treadmill. Hal ini menunjukkan bahwa hasil pengukuran pengeluaran kalori dari kedua alat tersebut cenderung independent satu sama lain dan tidak memiliki hubungan yang cukup kuat untuk digeneralisasikan ke populasi yang lebih luas.

Hasil penelitian ini juga sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menekankan bahwa perangkat berbasis accelerometer memiliki keterbatasan dalam mendeteksi aktivitas fisik yang tidak melibatkan tubuh bergerak secara vertikal seperti bersepeda atau menggunakan treadmill (Arvidsson et al., 2019; Bassett, 2000; Berger et al., 2023). Menurut peneliti lain juga mengatakan bahwa dikarenakan alat ini memonitor faktor fisik yang berkaitan langsung dengan pengeluaran kalori, alat berbasis jarak dan kecepatan seperti treadmill sering kali memberikan perkiraan yang lebih akurat untuk aktivitas fisik intensitas tinggi (Xiao et al., 2020).

Studi ini memiliki keterbatasan dalam pelaksanaannya. Salah satu keterbatasan utamanya adalah penggunaan *Accelerometer Actigraph* GT3X dan treadmill memiliki algoritma yang berbeda dalam memperkirakan pengeluaran kalori, yang dapat mempengaruhi hasil perbandingan. Data pengeluaran kalori di *Accelerometer Actigraph* masih tercatat secara per jam. Sehingga kurang akurat dalam membandingkan pengeluaran kalori yang tercatat pada treadmill yang memperkirakan pengeluaran kalori berdasarkan jarak dan kecepatan yang ditempuh. Penelitian ini juga hanya melibatkan partisipan dari mahasiswa program studi Ilmu Keolahragaan Universitas Pendidikan Indonesia saja. Sehingga hasil penelitian ini mungkin tidak

berlaku untuk populasi yang lebih besar, terutama bagi mereka yang memiliki riwayat kesehatan dan tingkat latihan fisik yang beragam. Penelitian ini juga tidak memperhitungkan faktor-faktor lain yang dapat mempengaruhi pengeluaran kalori, seperti komposisi tubuh, dan kebiasaan asupan partisipan. Faktor-faktor ini dapat memengaruhi perbedaan hasil pengukuran antara kedua perangkat yang digunakan.

Studi ini memiliki kelebihan dan dapat memberikan kontribusi yang penting. Penelitian ini merupakan salah satu studi yang secara langsung membandingkan pengeluaran kalori yang diukur menggunakan *Accelerometer Actigraph GT3X* dengan treadmill. Hal ini memberikan wawasan yang lebih mendalam mengenai perbedaan estimasi pengeluaran kalori antara perangkat berbasis akselerometer dan perangkat yang menggunakan parameter jarak dan kecepatan. Penelitian ini memberikan kontribusi penting dalam meningkatkan pemahaman masyarakat tentang pentingnya pengukuran pengeluaran kalori dalam upaya pencegahan obesitas dan kelebihan berat badan. Dengan hasil yang diperoleh, masyarakat diharapkan lebih sadar akan pentingnya memilih metode pengukuran pengeluaran kalori yang sesuai dengan kebutuhan mereka dalam memantau aktivitas fisik sehari-hari.

Kesimpulan

Penelitian ini menunjukkan adanya perbedaan signifikan antara estimasi pengeluaran kalori yang diukur menggunakan *Accelerometer Actigraph GT3X* dan Treadmill. Rata-rata hasil pengukuran menunjukkan bahwa Treadmill memberikan estimasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan *Actigraph*. Perbedaan ini terjadi karena kedua alat memiliki metode pengukuran yang berbeda, di mana Treadmill mengukur berdasarkan jarak tempuh dan kecepatan, sedangkan *Actigraph* mendeteksi pergerakan tubuh. Hasil korelasi menunjukkan bahwa tidak terdapat hubungan yang signifikan antara kedua alat tersebut. Ini mengindikasikan bahwa hasil pengukuran dari *Actigraph* dan Treadmill tidak dapat saling menggantikan secara langsung. Dalam aktivitas fisik yang terkontrol, seperti berjalan atau berlari di atas treadmill, Treadmill cenderung memberikan hasil yang lebih akurat karena mengukur parameter fisik secara langsung. *Actigraph GT3X* lebih praktis digunakan dalam aktivitas sehari-hari, tetapi mungkin kurang akurat untuk aktivitas dengan intensitas tinggi. Sebaliknya, Treadmill lebih sesuai untuk mengukur aktivitas fisik yang melibatkan lari atau jogging dengan kecepatan yang terukur. Oleh karena itu, penting bagi pengguna untuk memahami kelebihan dan keterbatasan dari masing-masing perangkat. Penelitian ini memberikan kontribusi penting dalam memahami perbedaan antara perangkat berbasis akselerometer dan perangkat berbasis jarak dan kecepatan. Hasil penelitian ini dapat menjadi dasar untuk penelitian lanjutan yang bertujuan meningkatkan akurasi estimasi pengeluaran kalori dalam aktivitas fisik yang lebih bervariasi.

Referensi

Albuquerque, D., Nóbrega, C., Manco, L., & Padez, C. (2017). The contribution of genetics and environment to obesity. *British Medical Bulletin*, 123(1), 159–173. <https://doi.org/10.1093/bmb/idx022>

- Arvidsson, D., Fridolfsson, J., & Börjesson, M. (2019). Measurement of physical activity in clinical practice using accelerometers. *Journal of Internal Medicine*, *286*(2), 137–153. <https://doi.org/10.1111/joim.12908>
- Asumadu-Sarkodie, S. (2014). *Facts on Overweight and Obesity*. October 2012, 1–4. <https://doi.org/10.13140/2.1.3104.5121>
- Bassett, D. R. (2000). Validity and reliability issues in objective monitoring of physical activity. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, *71*(November), 30–36. <https://doi.org/10.1080/02701367.2000.11082783>
- Berger, M., Bertrand, A. M., Robert, T., & Chèze, L. (2023). Measuring objective physical activity in people with chronic low back pain using accelerometers: a scoping review. *Frontiers in Sports and Active Living*, *5*(November), 1–14. <https://doi.org/10.3389/fspor.2023.1236143>
- Black, C. K., Vartanian, L. R., & Faasse, K. (2024). Lay beliefs about the perceived harmfulness of excess weight: Influence of weight status and the cause of weight. *Applied Psychology: Health and Well-Being*, *16*(2), 653–671. <https://doi.org/10.1111/aphw.12509>
- Black, C., Vartanian, L. R., & Faasse, K. (2019). An Experimental Test of the Effects of a Target Person’s Body Weight and Engagement with Health Behaviours on Perceptions of Overall Health. *Applied Psychology: Health and Well-Being*, *11*(2), 240–261. <https://doi.org/10.1111/aphw.12151>
- Chu, D. T., Minh Nguyet, N. T., Dinh, T. C., Thai Lien, N. V., Nguyen, K. H., Nhu Ngoc, V. T., Tao, Y., Son, L. H., Le, D. H., Nga, V. B., Jurgoński, A., Tran, Q. H., Van Tu, P., & Pham, V. H. (2018). An update on physical health and economic consequences of overweight and obesity. *Diabetes and Metabolic Syndrome: Clinical Research and Reviews*, *12*(6), 1095–1100. <https://doi.org/10.1016/j.dsx.2018.05.004>
- D, H., K, M., C, B., E, D., & P, F. (2000). Validity of accelerometry for the assessment of moderate intensity physical activity in the field. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *32*(9), S442–S449.
- Ellulu, M., Abed, Y., Rahmat, A., Ranneh, Y., & Ali, F. (2014). Epidemiology of obesity in developing countries: challenges and prevention. *Global Epidemic Obesity*, *2*(1), 2. <https://doi.org/10.7243/2052-5966-2-2>
- Fotouhi-Ghazvini, F., & Abbaspour, S. (2020). Wearable wireless sensors for measuring calorie consumption. *Journal of Medical Signals and Sensors*, *10*(1), 19–34. https://doi.org/10.4103/jmss.JMSS_15_18
- Jackson, D. M., Reilly, J. J., Kelly, L. A., Montgomery, C., Grant, S., & Paton, J. Y. (2003). Objectively measured physical activity in a representative sample of 3- to 4-year-old children. *Obesity Research*, *11*(3), 420–425. <https://doi.org/10.1038/oby.2003.57>
- Kelly, L. A., Reilly, J. J., Jackson, D. M., Montgomery, C., Grant, S., & Paton, J. Y. (2007). Tracking physical activity and sedentary behavior in young children. *Pediatric Exercise Science*, *19*(1), 51–60. <https://doi.org/10.1123/pes.19.1.51>
- Kementerian Kesehatan RI. (2018). Laporan Riskesdas 2018 Nasional. In *Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan*.
- King, G. A., Torres, N., Potter, C., Brooks, T. J., & Coleman, K. J. (2004). Comparison of activity monitors to estimate energy cost of treadmill exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *36*(7), 1244–1251. <https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000132379.09364.F8>
- Knight, J. A. (2011). Diseases and disorders associated with excess body weight. *Annals of*

- Clinical and Laboratory Science*, 41(2), 107–121.
- Ludwig, D. S. (2023). Carbohydrate-insulin model: Does the conventional view of obesity reverse cause and effect? *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 378(1888). <https://doi.org/10.1098/rstb.2022.0211>
- Must, A., Spadano, J., Coakley, E. H., Field, A. E., Colditz, G., & Dietz, W. H. (1999). The disease burden associated with overweight and obesity. *Journal of the American Medical Association*, 282(16), 1523–1529. <https://doi.org/10.1001/jama.282.16.1523>
- Rahaman, H., & Dyo, V. (2020). Counting calories without wearables : Device-free Human Energy Expenditure Estimation. *International Conference on Wireless and Mobile Computing, Networking and Communications*.
- Rothney, M. P., Brychta, R. J., Meade, N. N., Chen, K. Y., & Buchowski, M. S. (2010). Validation of the ActiGraph Two–Regression Model for Predicting Energy Expenditure. *Med Sci Sports Exerc.*, 42(9), 1785–1792. <https://doi.org/10.1016/j.earlhumdev.2006.05.022>
- Salam, R. Y., MW, S., & M, H. (2022). *Obesity and Overweight : A Global Public Health Issue*. 2022–2024.
- Sasaki, J. E., John, D., & Freedson, P. S. (2011). Validation and comparison of ActiGraph activity monitors. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 14(5), 411–416. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2011.04.003>
- WHO. (2003). *Diet, Nutrition and the Prevention of Chronic Diseases. Report of a Joint WHO/FAO Expert Consultation. WHO Technical Report Series 916*. Geneva: World Health Organisation.
- Xiao, L., Wu, K., Tian, X., & Luo, J. (2020). Activity-specific caloric expenditure estimation from kinetic energy harvesting in wearable devices. *Pervasive and Mobile Computing*, 67, 101185. <https://doi.org/10.1016/j.pmcj.2020.101185>