



Protocol for Machine Learning on Children Physical Activity: A Systematic Literature Review

Imas Damayanti¹, Nur Indri Rahayu², Kuston Sultoni³, Jajat⁴, Abdi Wadud Syafi'i⁵

1,2,3,4 Department of Sport Science, Universitas Pendidikan Indonesia, Indonesia

5 Department of Mining, Sekolah Tinggi Teknologi Mineral Indonesia, Indonesia

Article Info

Article History

Didaftarkan: August 1, 2023
Diterima: September 10, 2023
Dipublikasikan: October 31, 2023

Article Access



Correspondence

Imas Damayanti
E-mail: imas_d@upi.edu

Abstract

Background: Physical activity is one of the important elements that plays important role in the health of children and adolescents now and in the future. Measuring the participation of children and adolescents is an important step for developing intervention programs that increase participation in physical activity. **Research objectives:** The aim of the systematic review that will be carried out is to identify the use of machine learning technology to measure the physical activity levels of children and adolescents and provide future insights for further research development. The aim of this research protocol article is to report the systematic review methodology in a comprehensive and transparent manner so as to provide an evidence-based contribution to the scientific field of physical activity. **Data sources:** Scopus, Web of Science, PubMed, Medline, ProQuest Central. **Article selection:** Articles that use machine learning model algorithms to classify, quantify, monitor or predict physical activity in children and adolescents (aged 0-18 years). **Data extraction:** Year of publication, country, number, age and gender of participants, type of machine learning model used, machine learning algorithm, research objectives, type of physical activity, instruments used for data acquisition, performance metrics and recommendations for further research. This systematic review protocol was registered on the International Prospective Register of Systematic Reviews (PROSPERO) on May 9, 2023 CRD42023421941

Keywords: systematic literature review, protocol, machine learning, physical activity, children

Abstrak

Latar belakang: Aktivitas fisik merupakan satu dari unsur-unsur penting yang berperan dalam kesehatan anak dan remaja saat ini dan di kemudian hari. Pengukuran partisipasi anak dan remaja merupakan langkah penting untuk mengembangkan program intervensi yang meningkatkan partisipasi dalam aktivitas fisik. **Tujuan penelitian:** Tujuan dari sistematik review yang akan dilakukan adalah mengidentifikasi penggunaan teknologi machine learning untuk mengukur level aktivitas fisik anak dan remaja serta menyediakan wawasan ke depan untuk penelitian pengembangan selanjutnya. **Tujuan dari artikel protokol penelitian ini** adalah untuk melaporkan metodologi systematic review secara komprehensif dan transparan sehingga memberikan kontribusi berbasis bukti pada bidang keilmuan aktivitas fisik. **Sumber data:** Scopus, Web of Science, PubMed, Medline, ProQuest Central. **Pemilihan artikel:** Artikel- artikel yang menggunakan algoritma model machine learning untuk melakukan klasifikasi, kuantifikasi, monitoring ataupun prediksi aktivitas fisik pada anak dan remaja (usia 0- 18 tahun). **Ekstraksi data:** Tahun publikasi, negara, jumlah, umur dan gender partisipan, tipe model machine learning yang digunakan, algoritma machine learning, tujuan penelitian, tipe aktivitas fisik, instrument yang digunakan untuk akuisisi data, performance metrics dan rekomendasi penelitian lanjutan. Protokol sistematik review ini telah terdaftar pada International Prospective Register of Systematic Reviews (PROSPERO) pada tanggal 9 Mei 2023 CRD42023421941.

Kata Kunci: systematic literature review, protocol, machine learning, aktivitas fisik, anak



Pendahuluan

Penyakit kardiovaskular merupakan penyakit yang menyebabkan kematian tertinggi di seluruh dunia (Tsao et al., 2022). Walaupun penyakit ini bermanifestasi terutama pada usia dewasa, penyakit kardiovaskular mulai berkembang pada decade pertama kehidupan seseorang (Candelino et al., 2022). Terdapat sedikitnya tiga perilaku yang mengakibatkan berkembangnya penyakit kardiovaskular, yaitu pola makan yang tidak sehat yang menyebabkan obesitas; kurangnya aktivitas fisik dan kebiasaan merokok (Candelino et al., 2022; Tsao et al., 2022). Aktivitas fisik adalah komponen dasar yang sangat dibutuhkan untuk menjaga gaya hidup sehat pada anak dan remaja (Genovesi et al., 2019). Di seluruh dunia, hamper semua organisasi kesehatan dan pemerintah mengeluarkan rekomendasi level aktivitas fisik minimum yang harus dilakukan terutama bagi anak dan remaja (Janssen & Leblanc, 2010; Oja & Titze, 2011).

Secara global, level aktivitas fisik anak dan remaja terbilang rendah dan terus menurun (Neville et al., 2022; Rossi et al., 2021; Sember et al., 2020; Tomaczowski & Klonowska, 2020; van Sluijs et al., 2021). Berbagai factor berkontribusi terhadap level aktivitas fisik yang rendah dan terus menurun ini, termasuk keadaan pandemi virus yang baru saja berlalu dan meningkatkan screen time (van Sluijs et al., 2021). Oleh karena itu berbagai pendekatan saintifik dan teknologi terus dikembangkan untuk meningkatkan level aktivitas fisik anak dan remaja (Mannocci et al., 2020; Messing et al., 2019). Salah satu teknologi yang terus berkembang kekinian adalah teknologi machine learning (ML).

ML adalah bagian dari teknologi artificial intelligence yang berkembang dengan sangat pesat (Jordan & Mitchell, 2015). Bidang keilmuan ML dibangun dari advanced statistic, Teknik komputasional dan probabilistic untuk membentuk sistem yang secara otomatis belajar dari data set yang ada dan membutuhkan hanya sedikit intervensi manusia (supervised ML) atau tidak sama sekali (unsupervised ML) untuk menghasilkan suatu prediksi ataupun klasifikasi tertentu (Kamiri & Mariga, 2021). ML merupakan interseksi antara ilmu computer dan sains. Perkembangannya yang sangat pesat terutama muncul dari berkembangnya algoritme-algoritme baru dan teori-teori baru; serta tersedianya banyak data secara online dengan biaya komputasi yang rendah. Metode ML itu kemudian diterapkan pada berbagai bidang keilmuan, teknologi maupun area komersial yang memunculkan pembuatan keputusan berbasis bukti (evidence-based decision-making) di bidang kesehatan, pelayanan medis, manufaktur, Pendidikan, pembiayaan keuangan, kebijakan dan pasar (Al-Shabandar et

al., n.d.; Gangal et al., 2020; Jain & Chatterjee, 2020; Jordan & Mitchell, 2015)

Bersamaan dengan perkembangan teknologi sensor mobile dan wearable, ML menjadi populer. ML dapat menganalisis data yang kompleks dan berjumlah sangat besar untuk memberikan pengalaman yang sangat personal bagi penggunaannya (Farrahi et al., 2019). ML dapat digunakan untuk mengklasifikasi level aktivitas fisik anak (Ahmadi et al., 2020; Alsareii et al., 2022; Bach et al., 2021), mengukur dan memonitor level aktivitas fisik anak (Alsareii et al., 2022; Farrahi et al., 2019; Fergus et al., 2017) dan melakukan prediksi aktivitas fisik anak (Hagenbuchner et al., 2015; Hamid et al., 2020; Trost et al., 2012; Zhou et al., 2019). Telah terdapat juga beberapa systematic review di bidang aktivitas fisik ini. Salah satu systematic review menyimpulkan berbagai Teknik feature selection yang diterapkan pada penelitian-penelitian yang menggunakan unsupervised machine learning dengan data yang berbasis akselerometer dalam pemantauan aktivitas fisiknya (Jones et al., 2021). Penelitian lain bertujuan untuk mengumpulkan bukti-bukti penelitian yang menggunakan video untuk mengenali aktivitas fisik manusia serta menganalisis state-of-the-art deep learning pada berbagai metodologi penelitian (Ullah et al., 2021). Namun belum ada systematic review yang dilakukan untuk memberikan gambaran menyeluruh penggunaan ML pada area penelitian aktivitas fisik anak dan remaja. Systematic review ini bertujuan untuk mengidentifikasi penggunaan teknologi ML untuk mengukur level aktivitas fisik anak dan remaja serta menyediakan wawasan ke depan untuk penelitian pengembangan selanjutnya. Pendahuluan berisikan topik utama, latar belakang dilakukannya penelitian, urgensi penelitian, apa yang dilakukan peneliti terdahulu, lalu kebaruan penelitian yang akan dilakukan, dan harapan kontribusi penelitian terhadap masyarakat atau dunia sains.

Metode

Sistematik review ini menggunakan petunjuk dari Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA). Protokol sistematik review ini telah terdaftar pada International Prospective Register of Systematic Reviews (PROSPERO) pada tanggal 9 Mei 2023 (CRD42023421941).

2.1. Kriteria inklusi dan eksklusi

Ketika menetapkan artikel yang ditemukan akan dilibatkan atau tidak, berikut kriteria inklusinya:

1. Dalam Bahasa Inggris.
2. Tersedia artikel lengkapnya (Full content).

3. Dipublikasikan antara January 2000 – December 2022.
4. Penelitian dilakukan pada anak dan remaja yang sehat (tidak menderita penyakit tertentu seperti cerebral palsy) (kriteria World Health Organization, anak adalah mereka yang berusia kurang dari 9 tahun, sedangkan remaja adalah mereka yang berusia 10 hingga 18 tahun)
5. Primary research (tidak termasuk poster, proceedings, penelitian pendahuluan, protocol penelitian, opini atau review)
6. Menggunakan semua jenis atau teknik ML untuk melakukan klasifikasi, kuantifikasi, monitoring atau prediksi physical activity.

2.2 Sumber data

Sumber database yang dipakai adalah Scopus (Elsevier, The Netherlands), Web of Science (Clarivate Analytics, USA), PubMed (National Library of Medicine, USA), Medline (National Library of Medicine, USA), ProQuest Central (Cambridge Information Group, USA). Data pencarian dari Januari 2000 sampai December 2022.

2.3 Strategi pencarian

Strategi pencarian meliputi 3 konsep utama:

- (1) Populasi (anak dan remaja (0-18 tahun): child* OR adolescen* OR toddler* OR paediatric* OR student* OR teen* OR youth* OR kid* OR girl* OR boy* OR neonat* OR infant OR preschool* OR pre-school* OR school* OR baby OR "young people";
- (2) intervensi (machine learning): "machine learning" OR "deep learning" OR "supervised learning" OR "unsupervised learning" OR "neural network*" OR "clinical decision support" OR "ensemble method*" OR "artificial intelligence" OR "decision tree" OR "K-nearest neighbo*" OR "naïve bayes" OR "support vector machine" OR "random forest" OR "artificial neural network*" OR "pattern recognition" OR "recognition algorithm";
- (3) luaran (aktivitas fisik): "physical activity" OR "sedentary activity" OR "moderate activity" OR "vigorous activity" OR inactivity OR MVPA

2.4 Pemilihan artikel dan ekstraksi

Tiga peneliti (WC, LP and KS) melakukan pencarian pada database yang ditetapkan. Artikel penelitian yang diambil dari semua database diimpor ke aplikasi Covidence 101. Dilakukan penyaringan judul dan abstrak secara independent oleh 6 peneliti (ID, WC, LP, KS, NIR and J). Artikel yang sama (duplicate studies) dan artikel yang ditulis selain dalam Bahasa Inggris dibuang, begitu juga poster, proceeding, penelitian pendahuluan, protocol penelitian, ada artikel review. Kemudian judul dan abstrak dari artikel penelitian yang sudah ditemukan disaring dengan kriteria inklusi di atas. Apabila terdapat perbedaan pendapat, maka peneliti ID melakukan review artikel lengkap (full-text review) dan memutuskan apakah akan menyertakan penelitian tersebut atau tidak melalui diskusi. Selanjutnya dilakukan review artikel lengkap yang juga dilakukan oleh 6 peneliti, dengan konflik diselesaikan oleh peneliti ID melalui diskusi peneliti.

Setelah didapatkan keputusan artikel-artikel yang akan dimasukkan dalam sistematik review maka data-data berikut yang diekstraksi: Tahun publikasi, negara, jumlah, umur dan gender partisipan, tipe model machine learning yang digunakan, algoritma machine learning, tujuan penelitian, tipe aktivitas fisik, instrument yang digunakan untuk akuisisi data, performance metrics dan rekomendasi penelitian lanjutan.

2.5 Penilaian kualitas artikel (Appraisal/ Risk of Bias Assessment)

Tidak ada instrument risk of bias assessment yang sudah tersedia yang cocok untuk artikel-artikel ML. Oleh karena itu peneliti memutuskan melakukan penilaian kualitas artikel penelitian dengan menggunakan modified seven-item checklist berbasis kriteria Methodological Index for Nonrandomized Studies (MINORS) yang telah digunakan oleh sistematik review sebelumnya pada bidang ML dan artificial intelligence (Hoodbhoy et al., 2021; Langerhuizen et al., 2019). Penilaian ini menentukan apakah penelitian-penelitian yang dipilih memiliki tujuan penelitian

Tabel 1. The modified 7-item Methodological Index for Nonrandomized Studies Criteria

No		Yes	No
1	Was (were) the study aim(s) clearly stated?		
2	Was (were) the eligibility criteria (s) for input features were described?		
3	Was the ground truth for labelling of the output conditions clearly described?		
4	Was the distribution of the data set (training, validation, and testing phases) clearly described?		
5	Was the ML model being explained?		
6	Were the performance metrics reported?		
7	Is there a disclosure statement?		

yang eksplisit, kriteria eligibilitas untuk berbagai feature yang dipilihnya, memiliki dasar pertimbangan yang valid untuk melakukan labelling luaran, penjelasan mengenai distribusi set data (training, validation, dan fase testing) serta penjelasan mengenai model ML yang digunakan. Empat peneliti (ID, NIR, KS and J) secara independent melakukan penilaian kualitas ini sedemikian sehingga semua artikel akan dinilai oleh dua peneliti yang berbeda dan kemudian perbedaan akan diputuskan oleh peneliti ID

2.6 Strategi untuk Sintesis data

Peneliti melakukan sintesis dan pengelompokan data-data yang diperoleh dari semua artikel penelitian menjadi beberapa sub luaran:

1. Negara tempat penelitian dilakukan.
2. Partisipan (jumlah, umur dan gender).
3. Tipe ML yang dipakai (supervised atau unsupervised).
4. Fungsi ML.
5. Algoritme ML yang digunakan.
6. Tujuan penelitian.
7. Tipe aktivitas fisik pada eksperimen yang dilakukan.
8. Instrumen yang digunakan untuk mengumpulkan data aktivitas fisik.
9. Pefomance metrik dari algoritme ML yang digunakan.
10. Rekomendasi peneliti untuk penelitian selanjutnya. Metode harus menjelaskan dengan rinci dan detail tentang desain penelitian, tempat dan waktu, populasi serta sampel, teknik pengambilan data, dan pengolahan data.

Diskusi

Penggunaan ML mulai banyak diakui dan menjadi alat yang sangat bermanfaat untuk meningkatkan kesehatan manusia pada berbagai kelompok umur. ML memfasilitasi berbagai profesi yang berhubungan dengan kesehatan untuk melakukan pengambilan keputusan berbasis data. Secara khusus pada bidang kesehatan fisik anak dan remaja, algoritme ML menjadi kunci untuk melakukan klasifikasi dan prediksi level aktivitas fisik anak dan remaja.

Akan tetapi sampai saat ini artikel-artikel mengenai penggunaan ML pada aktivitas fisik anak dan remaja belum disajikan dalam bentuk review yang sistematis yang dapat memberikan informasi-informasi berharga bagi para peneliti maupun pelaku untuk meningkatkan kualitas dan pembaharuan pada penelitian-penelitian di bidang aktivitas fisik.

CONCLUSIONS

Publikasi protokol penelitian tinjauan sistematis dapat memberikan gambaran yang komprehensif dan transparan sehingga memberikan basis bukti ilmiah penelitian serta menjadi diseminasi metodologi penelitian pada bidang keilmuan aktivitas fisik.

Kami merekomendasikan agar para peneliti selanjutnya dapat pula melakukan publikasi protokol penelitian yang sedang atau akan dilakukan, sehingga menambah khasanah publikasi ilmiah.

Ucapan Terima Kasih

Penelitian ini dibiayai oleh: Dana Rencana Kerja dan Anggaran Tahunan Fakultas Pendidikan Olahraga dan Kesehatan Universitas Pendidikan Indonesia Tahun Anggaran 2023 dan merupakan rintisan kerjasama penelitian antara Universitas Pendidikan Indonesia dan University of Sydney, Australia

Referensi

- Ahmadi, M. N., Pavey, T. G., & Trost, S. G. (2020). Machine learning models for classifying physical activity in free-living preschool children. *Sensors (Switzerland)*, 20(16), 1–14. <https://doi.org/10.3390/s20164364>
- Alsareii, S. A., Awais, M., Alamri, A. M., AlAsmari, M. Y., Irfan, M., Aslam, N., & Raza, M. (2022). Physical Activity Monitoring and Classification Using Machine Learning Techniques. *Life*, 12(8). <https://doi.org/10.3390/life12081103>
- Al-Shabandar, R., Hussain, A. J., Laws, A., Keight, R., & Lunn, J. (n.d.). Machine Learning Approaches to Predict Learning Outcomes in Massive Open Online Courses.
- Bach, K., Kongsvold, A., Bårdstu, H., Bardal, E. M., Kjærnli, H. S., Herland, S., Logacjov, A., & Mork, P. J. (2021). A Machine Learning Classifier for Detection of Physical Activity Types and Postures During Free-Living. *Journal for the Measurement of Physical Behaviour*, 5(1), 24–31. <https://doi.org/10.1123/jmpb.2021-0015>
- Candelino, M., Tagi, V. M., & Chiarelli, F. (2022). Cardiovascular risk in children: a burden for future generations. In *Italian Journal of Pediatrics (Vol. 48, Issue 1)*. BioMed Central Ltd. <https://doi.org/10.1186/s13052-022-01250-5>
- Farrahi, V., Niemelä, M., Kangas, M., Korpelainen, R., & Jämsä, T. (2019). Calibration and validation of accelerometer-based activity monitors: A systematic review of machine-learning approaches. In *Gait and Posture (Vol. 68, pp. 285–299)*. Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2018.12.003>

- Fergus, P., Hussain, A. J., Hearty, J., Fairclough, S., Boddy, L., Mackintosh, K., Stratton, G., Ridgers, N., Al-Jumeily, D., Aljaaf, A. J., & Lunn, J. (2017). A machine learning approach to measure and monitor physical activity in children. *Neurocomputing*, 228, 220–230. <https://doi.org/10.1016/j.neucom.2016.10.040>
- Gangal, A., Kumar, P., Kumari, S., & Saini, A. (2020). Prediction models for healthcare using machine learning: A review. In *Handbook of Research on Disease Prediction Through Data Analytics and Machine Learning* (pp. 70–91). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-7998-2742-9.ch005>
- Genovesi, S., Giussani, M., Orlando, A., Battaglini, M. G., Nava, E., & Parati, G. (2019). Prevention of Cardiovascular Diseases in Children and Adolescents. In *High Blood Pressure and Cardiovascular Prevention* (Vol. 26, Issue 3, pp. 191–197). Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/s40292-019-00316-6>
- Hagenbuchner, M., Cliff, D. P., Trost, S. G., Van Tuc, N., & Peoples, G. E. (2015). Prediction of activity type in preschool children using machine learning techniques. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 18(4), 426–431. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2014.06.003>
- Hamid, A., Duncan, M. J., Eyre, E. L. J., & Jing, Y. (2020). Predicting children's energy expenditure during physical activity using deep learning and wearable sensor data. *European Journal of Sport Science*, 1–9. <https://doi.org/10.1080/17461391.2020.1789749>
- Hoodbhoy, Z., Jeelani, M. M., & Aziz, S. (2021). Machine Learning for Child and Adolescent Health: A Systematic Review. In *Pediatrics* (Vol. 147, Issue 1). www.aappublications.org/news
- Jain, V., & Chatterjee, J. M. (Eds.). (2020). *Machine Learning with Health Care Perspective* (Vol. 13). Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-40850-3>
- Janssen, I., & Leblanc, A. G. (2010). Systematic review of the health benefits of physical activity and fitness in school-aged children and youth. In *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity* (Vol. 7). <http://www.ijbnpa.org/content/7/1/40>
- Jones, P. J., Catt, M., Davies, M. J., Edwardson, C. L., Mirkes, E. M., Khunti, K., Yates, T., & Rowlands, A. V. (2021). Feature selection for unsupervised machine learning of accelerometer data physical activity clusters – A systematic review. In *Gait and Posture* (Vol. 90, pp. 120–128). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2021.08.007>
- Jordan, M. I., & Mitchell, T. M. (2015). *Machine learning: Trends, perspectives, and prospects*. Science, 349(6245), 255–260. <https://doi.org/10.1126/science.aaa8415>
- Kamiri, J., & Mariga, G. (2021). Research Methods in Machine Learning: A Content Analysis. In *International Journal of Computer and Information Technology* (Vol. 10, Issue 2). www.ijcit.com78
- Langerhuizen, D. W. G., Janssen, S. J., Mallee, W. H., Van Den Bekerom, M. P. J., Ring, D., Kerkhoffs, G. M. M. J., Jaarsma, R. L., & Doornberg, J. N. (2019). What Are the Applications and Limitations of Artificial Intelligence for Fracture Detection and Classification in Orthopaedic Trauma Imaging? A Systematic Review. In *Clinical Orthopaedics and Related Research* (Vol. 477, Issue 11, pp. 2482–2491). Lippincott Williams and Wilkins. <https://doi.org/10.1097/CORR.0000000000000848>
- Mannocci, A., D'egidio, V., Backhaus, I., Federici, A., Sinopoli, A., Varela, A. R., Villari, P., & Torre, G. La. (2020). Are there effective interventions to increase physical activity in children and young people? An umbrella review. In *International Journal of Environmental Research and Public Health* (Vol. 17, Issue 10). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/ijerph17103528>
- Messing, S., Rütten, A., Abu-Omar, K., Ungerer-Röhrich, U., Goodwin, L., Burlacu, I., & Gediga, G. (2019). How can physical activity be promoted among children and adolescents? A systematic review of reviews across settings. In *Frontiers in Public Health* (Vol. 7, Issue MAR). Frontiers Media. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2019.00055>
- Neville, R. D., Lakes, K. D., Hopkins, W. G., Tarantino, G., Draper, C. E., Beck, R., & Madigan, S. (2022). Global Changes in Child and Adolescent Physical Activity during the COVID-19 Pandemic: A Systematic Review and Meta-analysis. *JAMA Pediatrics*, 176(9), 886–894. <https://doi.org/10.1001/jamapediatrics.2022.2313>
- Oja, P., & Titze, S. (2011). Physical activity recommendations for public health: Development and policy context. In *EPMA Journal* (Vol. 2, Issue 3, pp. 253–259). <https://doi.org/10.1007/s13167-011-0090-1>
- Rossi, L., Behme, N., & Breuer, C. (2021). Physical activity of children and adolescents during the COVID-19 pandemic – A scoping review. In *International Journal of Environmental Research and Public Health* (Vol. 18, Issue 21). MDPI. <https://doi.org/10.3390/ijerph18211440>
- Sember, V., Jurak, G., Kovač, M., Đurić, S., & Starc, G. (2020). Decline of physical activity in early adolescence: A 3-year cohort study. *PLoS ONE*, 15(3). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0229305>

- Tomaczowski, L., & Klonowska, J. (2020). Physical activity of school children and youth. *Baltic Journal of Health and Physical Activity*, 12(2), 83–87. <https://doi.org/10.29359/BJHPA.12.2.09>
- Trost, S. G., Wong, W. K., Pfeiffer, K. A., & Zheng, Y. (2012). Artificial neural networks to predict activity type and energy expenditure in youth. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 44(9), 1801–1809. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e318258ac11>
- Tsao, C. W., Aday, A. W., Almarzooq, Z. I., Alonso, A., Beaton, A. Z., Bittencourt, M. S., Boehme, A. K., Buxton, A. E., Carson, A. P., Commodore-Mensah, Y., Elkind, M. S. V., Evenson, K. R., Ezzamel, C., Ferguson, J. F., Generoso, G., Ho, J. E., Kalani, R., Khan, S. S., Kissela, B. M., ... Martin, S. S. (2022). Heart Disease and Stroke Statistics-2022 Update: A Report from the American Heart Association. In *Circulation* (Vol. 145, Issue 8, pp. E153–E639). Lippincott Williams and Wilkins. <https://doi.org/10.1161/CIR.0000000000001052>
- Ullah, H. A., Letchmunan, S., Zia, M. S., Butt, U. M., & Hassan, F. H. (2021). Analysis of Deep Neural Networks for Human Activity Recognition in Videos - A Systematic Literature Review. In *IEEE Access* (Vol. 9, pp. 126366–126387). Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3110610>
- van Sluijs, E. M. F., Ekelund, U., Crochemore-Silva, I., Guthold, R., Ha, A., Lubans, D., Oyeyemi, A. L., Ding, D., & Katzmarzyk, P. T. (2021). Physical activity behaviours in adolescence: current evidence and opportunities for intervention. In *The Lancet* (Vol. 398, Issue 10298, pp. 429–442). Elsevier B.V. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(21\)01259-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(21)01259-9)
- Zhou, M., Fukuoka, Y., Goldberg, K., Vittinghoff, E., & Aswani, A. (2019). Applying machine learning to predict future adherence to physical activity programs. *BMC Medical Informatics and Decision Making*, 19(1). <https://doi.org/10.1186/s12911-019-0890-0>