

Adaptasi Fisiologi Kardiometabolik Pada Pola Aktivitas Weekend Warrior: Literature Review Bukti Mekanistik Dan Respon Organ-Sistem (2023-2025)

Shellya Puti Sudesty¹

¹Fakultas Kedokteran, Universitas Lampung

Abstrak

Pola aktivitas fisik *weekend warrior* yang merupakan pemenuhan ≥ 150 menit *moderate to vigorous physical activity* (MVPA) dalam satu hingga dua sesi perminggu, menjadi strategi populer bagi populasi dewasa muda pekerja kantoran dengan keterbatasan waktu. Literature review ini mengevaluasi bukti tahun 2023-2025 mengenai adaptasi fisiologi kardiometabolik dan respon organ-sistem pada pola *weekend warrior*. Pencarian basis data dilakukan menggunakan *PubMed*, *Scopus*, *Web of Science*, dan *ScienceDirect* dengan ditemukan 21 studi yang memenuhi kriteria inklusi. Hasil menunjukkan bahwa pola *weekend warrior* memberikan penurunan signifikan pada risiko penyakit kardiovaskular, diabetes tipe 2, penyakit ginjal kronis, dan gangguan neurologis jika total MVPA tercapai. Uji intervensi melaporkan peningkatan VO_{2max} yang tidak inferior dibanding latihan frekuensi tinggi, ini menunjukkan bahwa stimulus aerobik terfokus sudah cukup untuk memicu adaptasi kardiorespirasi. Bukti mekanistik mengindikasikan potensi aktivitas jalur AMPK-PGC-1 α , perbaikan fungsi endotel, dan peningkatan kualitas mitokondria, meskipun studi eksperimental khusus *weekend warrior* masih terbatas. Respon biomarker metabolik lebih bervariasi, dengan hasil yang cenderung lebih stabil pada pola aktivitas terdistribusi. Secara keseluruhan, pola *weekend warrior* merupakan strategi efektif dan realistis untuk pekerja kantoran Indonesia, namun penelitian intervensi jangka Panjang diperlukan untuk memperjelas mekanisme spesifik organ dan dosis optimal untuk pola aktivitas fisik pada akhir pekan.

Kata Kunci: Adaptasi kardiometabolik, aktivitas fisik, kebugaran kardiorespirasi, penyakit tidak menular, *weekend warrior*

Cardiometabolic Physiological Adaptations to Weekend Warrior Activity Patterns: Literature Review of Mechanistic Evidence and Organ-System Responses (2023-2025)

Abstract

The weekend warrior physical activity pattern, accumulating ≥ 150 minutes of moderate to vigorous physical activity (MVPA) within one or two weekly sessions has become a popular strategy among young office workers with limited time availability. This literature review evaluates evidence from 2023-2025 regarding cardiometabolic physiological adaptations and organ-system responses associated with the weekend warrior pattern. Database searches in PubMed, Scopus, Web of Science, and ScienceDirect with 21 studies met the inclusion criteria. The findings indicate that weekend warrior pattern is associated with significant reductions in the risk of cardiovascular disease, type 2 diabetes, chronic kidney disease, and neurological disorders when total weekly MVPA requirements are met. Intervention trial reported VO_{2max} improvements that were not inferior to higher frequency training, suggesting that concentrated aerobic stimuli are sufficient to induce cardiorespiratory adaptations. Mechanistic evidence indicates potential activation of AMPK-PGC-1 α pathways, enhanced endothelial function, and improved mitochondrial quality, although weekend warrior specific experimental studies remain limited. Metabolic biomarker responses were more variable, with more stable results observed in regularly active patterns. Overall, the weekend warrior pattern represents an effective and realistic strategy for Indonesian office workers; however, long-term intervention studies are needed to clarify organ-specific mechanisms and determine optimal weekend training doses.

Keyword: Cardiometabolic adaptation, cardiorespiratory fitness, non-communicable diseases, physical activity, weekend warrior

Korespondensi: Shellya Puti Sudesty, Alamat Jl. Prof. Dr. Sumantri Brojonegoro No. 1 Bandar Lampung, Hp 081272818931, e-mail: shellyaputisudesty@fk.unila.ac.id

Pendahuluan

Pola aktivitas fisik "*weekend warrior*" merujuk pada individu yang mengakumulasi Sebagian besar aktivitas fisik moderat-berat atau *vigorous to moderate physical activity* (MVPA) mereka dalam satu atau dua sesi di akhir pekan dengan volume total mingguan mencapai pedoman ≥ 150 menit MVPA.

Penelitian berbasis akselerometer pada populasi besar (UK Biobank) melaporkan bahwa pola *weekend warrior* ini berasosiasi dengan risiko kejadian kardiovaskular (seperti fibrilasi atrium, infark miokard, gagal jantung, dan stroke) yang serupa dengan pola aktivitas terdistribusi jika volume MVPA sama. Temuan

ini menegaskan bahwa distribusi aktivitas mingguannya mungkin kurang penting dibandingkan jumlah total aktivitas dalam menurunkan risiko kardiovaskular.¹

Dari sudut pandang mekanistik, adaptasi fisiologis terhadap Latihan tidak hanya dipengaruhi oleh volume, tetapi juga oleh intensitas dan frekuensi sesi. Meta-analisis dan tinjauan literatur terbaru menyoroti bahwa latihan aerobik, khususnya intensitas tinggi, meningkatkan fungsi vaskular melalui peningkatan *flow-mediated dilation* (FMD) dan produksi oksida nitrat (NO).² Selain itu, studi intervensi pada pasien dengan penyakit janjung menunjukkan bahwa frekuensi dan dosis latihan sangat menentukan besaran peningkatan fungsi endotel.³ Pada tingkat seluler, regulasi jalur AMPK-PGC-1 α dan mitofagi menjadi sangat penting dalam biogenesis mitokondria dan pemeliharaan kualitas mitokondria pada otot jantung dan otot rangka,^{4,5} dan pola *weekend warrior* (konsentrasi intensitas) dapat memberikan stimulus yang kuat meski dalam frekuensi yang rendah.

Konteks lokal Indonesia menambah urgensi studi literatur ini. Studi pada populasi dewasa muda di Indonesia menunjukkan korelasi antara aktivitas fisik rendah dan tekanan darah tinggi, terutama di kalangan pekerja kantor atau kelompok usia 26-45 tahun.⁶ meskipun data nasional berskala besar terkait pola *weekend warrior* di Indonesia masih terbatas, pola pekerjaan kantor dan gaya hidup sedentary sangat lazim di populasi produktif, menjadikan strategi *weekend warrior* bisa menjadi solusi realistis untuk pekerja muda Indonesia yang sulit menyisihkan waktu untuk aktivitas teratur.

Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini bertujuan melakukan studi literatur terhadap bukti dari tahun 2023 hingga 2025 yang mengeksplor mekanisme adaptasi fisiologis (organ-sistem) pada pola *weekend warrior* dewasa muda. Fokus analisis mencakup respons vaskular, metabolik, dan mitokondria, serta jalur mekanistik seperti hemodinamika dan biogenesis mitokondria untuk mengevaluasi hasil dan manfaat dari pola *weekend warrior* terhadap kardiometabolik

dan kesetaraan manfaat dengan pola aktivitas fisik terdistribusi dalam konteks praktis pekerja kantor.

Metode

literatur review ini disusun berdasarkan dari strategi pencarian berbasis data pada *PubMed*, *Scopus*, *Web of Science*, dan *ScienceDirect* dengan rentang tahun yang dibatasi yaitu Januari 2023-September 2025. Kata kunci yang digunakan mencakup "*weekend warrior*", "*physical activity patterns*", "*cardiometabolic adaptation*", "*cardiorespiratory fitness*", "*endothelial*", dan kombinasi relevan. Kriteria inklusi untuk literatur review ini mencakup studi yang dilakukan pada manusia usia 25-45 tahun, desain *randomized controlled trial* (RCT) atau kohort yang membandingkan pola *weekend warrior* dengan aktivitas fisik yang aktif dan teratur ataupun dengan yang sedentari atau inaktif, mengukur parameter fisiologis kardiometabolik (VO₂max, tekanan darah, fungsi vaskular, variabilitas denyut jantung, sensitivitas insulin dan profil lipid. Studi dieksklusi jika merupakan studi pada anak-anak, hewan, *in vitro*, atau studi pendahuluan tanpa data primer. Jumlah artikel yang ditemukan pada database mencapai 7009, kemudian dilakukan *screening* untuk menilai duplikasi hasil, kelayakan dan kecocokan kriteria inklusi serta eksklusi, didapatkan 21 artikel yang sesuai. Penelitian yang sesuai ini kemudian dimasukkan dalam analisis kualitatif untuk penyusunan literatur review.

Hasil

Dari 21 studi terpilih, pola *weekend warrior* secara konsisten menunjukkan manfaat kardiometabolik ketika total MVPA mingguan terpenuhi. Studi kohort besar seperti UK Biobank dan NHANES melaporkan bahwa *weekend warrior* menurunkan risiko penyakit kardiovaskular, mortalitas, dan diabetes tipe 2, dengan efektivitas mendekati pola aktivitas fisik teratur.^{1,7,8,9} Efek protektif ini juga terlihat pada populasi dengan risiko khusus, misalnya hipertensi dan penyakit ginjal, dimana *weekend*

warrior berasosiasi dengan lebih rendahnya insiden albuminuria, *chronic kidney disease*

(CKD), dan *acute kidney injury* (AKI), dibandingkan dengan individu yang inaktif.^{10,11}

Pada aspek fisiologis, salah satu RCT menunjukkan bahwa aktivitas fisik dengan frekuensi rendah yang disamakan volumenya menghasilkan peningkatan $\text{VO}_{2\text{max}}$, kapasitas aerobik, dan *heart rate variability* (HRV) yang tidak inferior dibandingkan dengan latihan frekuensi tinggi.¹² Studi observasional mendukung temuan tersebut, dimana *weekend warrior* memiliki kebugaran kardiorespirasi dan komposisi tubuh lebih baik dibanding individu inaktif, meskipun masih sedikit lebih rendah dibanding kelompok aktivitas fisik yang aktif dan teratur.^{13,14} Di sisi vaskular, Sebagian besar kohort menunjukkan penurunan risiko hipertensi dan kejadian *cardiovascular disease* (CVD),¹⁵ meskipun bukti pengukuran langsung seperti FMD masih terbatas. Beberapa studi mekanistik menunjukkan kemungkinan peran jalur AMPK-PGC-1 α , peningkatan hemoglobin, serta modulasi inflamasi sebagai mediator adaptasi *weekend warrior*.^{16,17}

Dalam lingkup metabolik, sebagian besar data menunjukkan *weekend warrior* menurunkan risiko diabetes tipe 2 sebanding dengan pola aktivitas fisik yang teratur.^{8,9} Namun, biomarker lipid seperti *atherogenic index of plasma* (AIP) dan indeks aterogenik lainnya menunjukkan hasil lebih baik pada pola aktivitas fisik yang terdistribusi. Hal ini menandakan bahwa frekuensi stimulus memengaruhi respon lipidomik meskipun manfaat klinis makro tetap muncul.^{18,19} Sejumlah studi juga menunjukkan manfaat protektif dari *weekend warrior* terhadap fungsi neurologis dan risiko demensia.^{20,21} Keseluruhan temuan konsisten menunjukkan bahwa pola *weekend warrior* tetap memberikan adaptasi kardiometabolik positif, dengan volume intensitas sebagai faktor penentu utama, sementara aktivitas fisik yang terdistribusi lebih berpengaruh pada biomarker tertentu seperti profil lipid.

Pembahasan

Temuan dari 21 studi yang dianalisis menunjukkan bahwa pola aktivitas fisik *weekend warrior* memberikan manfaat kardiometabolik yang signifikan apabila total

MVPA mingguan tercapai, meskipun frekuensi aktivitas fisik rendah dan terkonsentrasi pada satu atau dua hari. Efektivitas ini terlihat pada penurunan risiko kejadian kardiovaskular mayor, mekanisme adaptasi hemodinamik, hingga respon metabolik dan mitokondrial. Namun, terdapat heterogenitas pada respon biomarker spesifik dan faktor distribusi intensitas yang memberikan gambaran kompleks mengenai adaptasi fisiologis yang dimediasi pola *weekend warrior*.

1) Respon Kardiovaskular: Efek makro

Studi berbasis akselerometer skala besar menunjukkan pola *weekend warrior* memberikan penurunan risiko penyakit kardiovaskular dan mortalitas yang setara dengan pola *regularly active* (RA) apabila volume MVPA identik atau disamakan.^{1,7,15} Efek komparatif ini menunjukkan bahwa total beban kerja aerobik merupakan determinan utama untuk proteksi kardiovaskular, sehingga frekuensi sesi tidak selalu menjadi pembatas bila stimulus metabolik dan hemodinamik tercapai. Meta-epidemiologi tambahan memperkuat temuan bahwa pola *weekend warrior* tetap berada dalam spektrum protektif terhadap penyakit kronis.²²

Secara fisiologis, rangsangan latihan intensif pada *weekend* atau akhir pekan menghasilkan peningkatan curah jantung, *shear stress* vaskular, dan peningkatan pelepasan oksida nitrat (NO) dari endotel, yang berkontribusi pada penurunan kekakuan arteri serta perbaikan tonus vaskular. Meskipun studi khusus pengukuran FMD dalam populasi *weekend warrior* masih terbatas, meta-analisis mengenai latihan aerobik menunjukkan efek *robust* pada peningkatan fungsi endotel.^{2,3} sehingga, pola *weekend warrior* yang intens dapat memicu respon hemodinamik yang memadai untuk menghasilkan adaptasi vaskular, sejalan dengan pola aktivitas fisik yang teratur.

2) Adaptasi kebugaran dan mekanisme mitokondrial

Hasil uji intervensi oleh Tripp et al. (2025) memaparkan bahwa protokol latihan

frekuensi rendah dengan volume yang disesuaikan tidak memiliki hasil yang lebih

rendah dalam peningkatan $VO_2\text{max}$ jika dibandingkan dengan aktivitas fisik dengan frekuensi tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa *central adaptation* seperti peningkatan *stroke volume*, efisiensi oksigen, dan perfusi jaringan dapat terjadi meskipun rangsangan yang diberikan dalam sesi yang jarang tetapi lebih panjang dan intens.

Pada sudut seluler, adaptasi ini sejalan dengan literatur mekanistik yang menegaskan bahwa stimulus aerobik intens dapat memicu jalur AMPK-PGC-1 α , yang dapat mempengaruhi biogenesis mitokondria serta meningkatkan kapasitas oksidatif otot jantung dan otot rangka.⁴ Selain itu, aktivitas fisik intens dapat meningkatkan kualitas mitokondria melalui mekanisme mitofagi,⁵ yang merupakan proses penting dalam mempertahankan homeostasis energi jangka panjang. Meskipun belum terdapat uji intervensi secara langsung pada populasi *weekend warrior* yang mengukuhkan biomarker mitokondria, akumulasi aktivitas fisik intens pada *weekend warrior* ini berpotensi menghasilkan respon akut yang kuat untuk memicu adaptasi kronis.

3) Adaptasi metabolik: pengaruh distribusi sesi terhadap respon lipid dan insulin

Studi pada metabolik menunjukkan bahwa *weekend warrior* dan *regularly active* atau aktivitas fisik yang terdistribusi memiliki risiko diabetes dan disfungsi metabolik yang lebih rendah dibandingkan dengan kelompok inaktif.^{16,8,9} Hal ini menunjukkan bahwa metabolisme glukosa dan sensitivitas insulin terutama dipengaruhi oleh total MVPA, bukan distribusinya.

Namun, untuk biomarker metabolik yang lebih sensitif seperti *atherogenic index of plasma* (AIP) dan *lipid accumulation product* (LAP), bukti yang didapatkan konsisten menunjukkan bahwa *regularly active* memiliki dampak lebih unggul dalam memperbaiki profil lipid dibandingkan dengan *weekend warrior*.^{18,19} Perbedaan ini dapat dijelaskan oleh frekuensi aktivasi lipoprotein lipase (LPL), dimana aktivitas fisik yang terdistribusi dapat memicu

aktivasi LPL lebih sering, sehingga mengoptimalkan klirens trigliserida dan meningkatkan *high density lipoprotein* (HDL) secara berkelanjutan. Dengan demikian, meskipun *outcome* klinis makro sebanding antara *weekend warrior* dan *regularly active*, respon biomarker lipid memerlukan frekuensi stimulus yang lebih sering, sehingga pola aktivitas fisik yang terdistribusi mungkin memberikan manfaat metabolik mikroselular yang lebih stabil.

4) Fungsi ginjal, neurologis dan risiko penyakit lain (indikasi proteksi sistemik)

Studi pada fungsi ginjal menunjukkan bahwa *weekend warrior* berhubungan dengan risiko lebih rendah terhadap kabar albuminuria dan kejadian CKD/AKI dibandingkan dengan populasi yang inaktif.^{11,10} Hal ini menegaskan bahwa perbaikan hemodinamika dan tekanan darah memiliki dampak protektif pada perfusi ginjal.

Pada ranah neurologis, beberapa studi melaporkan penurunan risiko *mild dementia* dan efek neuroprotektif signifikan pada kelompok *weekend warrior*.^{20,21,23} Latihan intensif yang terakumulasi diketahui meningkatkan neurotropin, perfusi serebral, dan mengurangi inflamasi sistemik, yang mekanisme secara fisiologisnya mendukung perlindungan kognitif.

Pada tingkat meta-epidemiologis, tinjauan sistematis, dan meta-analisis memaparkan bahwa pola *weekend warrior* efektif dalam menurunkan risiko >200 penyakit, termasuk penyakit kardiometabolik dan neurologis dengan efektivitas yang secara umum sebanding dengan aktivitas fisik terdistribusi atau teratur. Namun, terdapat heterogenitas definisi *weekend warrior* antar studi dan perbedaan ambang MVPA, metode akselerometer dibandingkan kuisioner, serta perbedaan akurasi pelaporan, yang merupakan tantangan dalam membangun kesimpulan terkait dosis-respon yang presisi. Selain itu terbatasnya studi intervensi jangka panjang membuat pemahaman tentang jalur mekanistik

spesifik *weekend warrior* masih berkembang, terutama terkait dengan

adaptasi endotel, metabolisme lipid, fungsi mitokondria, dan mekanisme otonom.

Secara keseluruhan, literatur review ini menggarisbawahi bahwa pola *weekend warrior* merupakan alternatif efektif dan realistis bagi populasi dewasa muda yang memiliki keterbatasan waktu. Meskipun pola aktivitas fisik yang terdistribusi mungkin melaporkan keunggulan pada biomarker tertentu, bukti kuat yang menunjukkan bahwa pola *weekend warrior* juga mampu menghasilkan adaptasi kardiometabolik secara signifikan, selama intensitas dan total MVPA terpenuhi. Penelitian lanjutan yang lebih terstandarisasi, terutama intervensi jangka panjang yang menilai biomarker spesifik organ, sangat diperlukan untuk mengungkap detail mekanisme biologis mendalam yang membedakan antara pola *weekend warrior* dan pola aktivitas fisik terdistribusi atau *regularly active*.

Simpulan

Literatur review ini menunjukkan bahwa pola aktivitas fisik *weekend warrior* merupakan strategi latihan yang efektif, realistis, dan relevan bagi dewasa muda pekerja kantoran yang memiliki keterbatasan waktu, karena mampu menghasilkan manfaat kardiometabolik yang luas ketika total MVPA mingguan memenuhi rekomendasi WHO. Bukti dari 21 studi menunjukkan bahwa pola *weekend warrior* menurunkan risiko penyakit kardiovaskular, hipertensi, diabetes tipe 2, penyakit ginjal, dan gangguan neurologis dengan efektivitas yang umumnya sebanding dengan pola aktivitas fisik yang terdistribusi. Uji intervensi menegaskan bahwa aktivitas fisik dengan frekuensi rendah dengan volume yang memadai tetap meningkatkan VO_2max dan adaptasi aerobik lainnya secara bermakna. Efek protektif ini didukung oleh mekanisme fisiologis berupa peningkatan *shear stress* endotel, perbaikan tonus otonom, peningkatan sensitivitas insulin, dan aktivasi jalur mitokondrial, meskipun respon biomarker lipid tertentu menunjukkan keunggulan pada aktivitas fisik dengan lebih terdistribusi dalam seminggu. Dengan karakter populasi pekerja

Indonesia yang sangat sedentari, pola *weekend warrior* dapat menjadi solusi praktis untuk memenuhi kebutuhan aktivitas fisik mingguan, namun penelitian intervensi jangka panjang masih diperlukan untuk mengklarifikasi mekanisme spesifik organ, menentukan dosis aktivitas fisik yang optimal, serta menilai keamanan jangka panjang terkait dengan beban aktivitas fisik yang terakumulasi hanya pada dua hari.

Daftar Pustaka

1. Khurshid S, Al-Alusi MA, Churchill TW, Guseh JS, Ellinor PT. Accelerometer-derived “weekend warrior” physical activity and incident cardiovascular disease. *Jama*. 2023 Jul 18; 330(3):247-52.
<https://doi.org/10.1001/jama.2023.10875>
2. Tao X, Chen Y, Zhen K, Ren S, Lv Y, Yu L. Effect of continuous aerobic exercise on endothelial function: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Frontiers in Physiology*. 2023 Feb 10; 14:1043108.
<https://doi.org/10.3389/fphys.2023.1043108>
3. Fuertes-Kenneally L, Manresa-Rocamora A, Blasco-Peris C, Ribeiro F, Sempere-Ruiz N, Sarabia JM, Climent-Paya V. Effects and optimal dose of exercise on endothelial function in patients with heart failure: a systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine-Open*. 2023 Feb 4;9(1):8.
<https://doi.org/10.1186/s40798-023-00553-z>
4. Shah IA, Ishaq S, Lee SD, Wu BT. Effects of Exercise Training on Cardiac Mitochondrial Functions in Diabetic Heart: A Systematic Review. *International Journal of Molecular Sciences*. 2024 Dec 24; 26(1):8.
<https://doi.org/10.3390/ijms26010008>
5. Tang S, Geng Y, Lin Q. The role of mitophagy in metabolic diseases and its exercise intervention. *Frontiers in Physiology*. 2024 Jan 29; 15:1339128.
<https://doi.org/10.3389/fphys.2024.1339128>

6. Cayadewi NM, Meilianingsih L, Rumijati T, Susanti S. Hubungan Aktivitas Fisik dengan Hipertensi pada Dewasa Umur 26-45

- tahun. Jurnal Keperawatan Indonesia Florence Nightingale. 2024 Dec 31;4(2):22-8.
7. Kany S, Al-Alusi MA, Rämö JT, Pirruccello JP, Churchill TW, Lubitz SA, Maddah M, Guseh JS, Ellinor PT, Khurshid S. Associations of “weekend warrior” physical activity with incident disease and cardiometabolic health. *Circulation*. 2024 Oct 15; 150(16):1236-47. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.124.068669>
8. Chen Z, Jia J, Tu J, Zhao Y, Li X. Association between diabetes prevalence and weekend warrior activity patterns. *Public Health*. 2025 Mar 1; 240:97-103. <https://doi.org/10.1016/j.puhe.2025.01.016>
9. Mahe J, Xu A, Liu L, Hua L, Tu H, Huo Y, Huang W, Liu X, Wang J, Tang J, Zhao Y. Association between weekend warrior physical activity pattern and all-cause mortality among adults living with type 2 diabetes: a prospective cohort study from NHANES 2007 to 2018. *Diabetology & Metabolic Syndrome*. 2024 Sep 12; 16(1):226. <https://doi.org/10.1186/s13098-024-01455-0>
10. Xiong B, Yu W, Guan X, Tian Z, Zhu M, Yang H, Wang J, Li Y, Liu B, Wang Y, She Q. The association between weekend warrior physical activity pattern and albuminuria in hypertensive patients. *BMC Public Health*. 2024 Dec 18; 24(1):3431. <https://doi.org/10.1186/s12889-024-20899-7>
11. Ye Z, Liu M, Yang S, Zhang Y, Zhang Y, He P, Zhou C, Gan X, Xiang H, Huang Y, Hou FF. Association of accelerometer-derived “weekend warrior” moderate to vigorous physical activity, chronic kidney disease and acute kidney injury. *Preventive Medicine*. 2024 Oct 1; 187:108120. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2024.108120>
12. Tripp TR, Ghitter RS, Kontro H, Hargrave SJ, Gibala MJ, Aboodarda SJ, MacInnis MJ. Cardiorespiratory Fitness Improvements Following Low-Frequency Training Are Not Inferior to High-Frequency Training Matched for Intensity and Volume. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*. 2025 Feb; 35(2):e70024. <https://doi.org/10.1111/sms.70024>
13. Lei L, Li J, Wang W, Yu Y, Pu B, Peng Y, Zhang L, Zhao Z. The associations of “weekend warrior” and regularly active physical activity with abdominal and general adiposity in US adults. *Obesity*, 32: 822–833. <https://doi.org/10.1002/oby.23986>
14. Min J, Cao Z, Duan T, Wang Y, Xu C. Accelerometer-derived ‘weekend warrior’ physical activity pattern and brain health. *Nature aging*. 2024 Oct;4(10):1394-402. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39169268/>
15. Ren R, Wang W, Liu Q, Ye X, Xi L, Zhang R, Wang L, Zhang Y, Ma Y, Wang D. Dual Cohort Insights Into Accelerometer-Derived Weekend Warrior Physical Activity and Its Impact on Mortality. *Journal of the American Heart Association*. 2025 Jun 3; 14(11):e039852. <https://doi.org/10.1161/JAHA.124.039852>
16. Cao Y, Zhuang C, Zhang Y, Liu C, Li Y. Association of weekend warriors and other physical activity patterns with hypertension in NHANES 2007–2018. *Scientific Reports*. 2025 Mar 24; 15(1):10042. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-95402-2>
17. Li B, Ning B, Hou X, Shi Y, Kang Z. Hemoglobin mediates the link between the ‘weekend warrior’ physical activity pattern and diabetic retinopathy. *Scientific Reports*. 2025 Feb 8; 15(1):4774. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-84736-y>
18. Niu Y, Chen X, Feng L. Can weekend warriors and other leisure-time physical activity patterns reduce the atherogenic index of plasma (AIP)? A cross-sectional analysis based on NHANES 2007-2018.

Frontiers in Endocrinology. 2025 Mar 6;
16:1511888.

- <https://doi.org/10.3389/fendo.2025.1511888>
19. Dai W, Zhang D, Wei Z, Liu P, Yang Q, Zhang L, Zhang J, Zhang C, Xue H, Xie Z, Luo F. Whether weekend warriors (WWs) achieve equivalent benefits in lipid accumulation products (LAP) reduction as other leisure-time physical activity patterns?-Results from a population-based analysis of NHANES 2007–2018. BMC Public Health. 2024 Jun 9; 24(1):1550. <https://doi.org/10.1186/s12889-024-19070-z>
 20. Ning Y, Chen M, An J, Tang M, Tse G, Chan JS, Zhao C, Liu Y, Lei X, Qiang H, Bai C. Association between “weekend warrior” physical activity and the incidence of neurodegenerative diseases. Neurotherapeutics. 2024 Sep 1; 21(5):e00430. <https://doi.org/10.1016/j.neurot.2024.e00430>
 21. O'Donovan G, Petermann-Rocha F, Ferrari G, Medina C, Ochoa-Rosales C, Sarmiento OL, Ibáñez A. Associations of the ‘weekend warrior’ physical activity pattern with mild dementia: findings from the Mexico City Prospective Study. British Journal of Sports Medicine. 2025 Mar 1; 59(5):325-32. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2024-108460>
 22. Fu K, Wang J, Pan H, Huang L, Li X. Weekend warrior and the risk of specific disease: a meta-epidemiology study. BMC Public Health. 2025 Apr 15; 25(1):1414. <https://doi.org/10.1186/s12889-025-22667-7>
 23. Zhang X, Tang P, Zhu Y, Tan H, Li H, Xiao W, Wen T, Li Y, Wang Y, Chu S, Lu B. The weekend warrior phenomenon: comparable mortality reduction to regular exercise with enhanced neuroprotective effects—a systematic review and meta-analysis. BMC Public Health. 2025 Nov 10; 25(1):3873. <https://doi.org/10.1186/s12889-025-25062-4>