

Número estimado de muertes prevenidas mediante el aumento de la actividad física entre los adultos estadounidenses

Pedro F. Saint-Maurice, PhD, Barry I. Graubard, PhD, Richard P. Troiano, PhD, David Berrigan, PhD
Deborah A. Galuska, PhD, Janet E. Fulton, PhD, Charles E. Matthews, PhD

Division of Cancer Epidemiology and Genetics, National Cancer Institute, Rockville, Maryland (Saint-Maurice, Graubard, Matthews); Division of Cancer Control and Population Sciences, National Cancer Institute, Rockville, Maryland (Troiano, Berrigan); Division of Nutrition, Physical Activity, and Obesity, National Center for Chronic Disease Prevention and Health Promotion, Centers for Disease Control and Prevention, Atlanta, Georgia (Galuska, Fulton).

JAMA, doi:10.1001/jamainternmed.2021.7755, 24 de enero, 2022.

Estudios previos sugieren que un número sustancial de muertes podría prevenirse anualmente aumentando los niveles de la actividad física de la población.¹⁻³ Sin embargo, las estimaciones anteriores se han basado en la conveniencia,^{2,3} donde usaron datos de actividad física autoinformada,¹⁻³ y asumieron incrementos relativamente grandes en los niveles de actividad (por ejemplo, más de 30 minutos por día).¹⁻³ El beneficio potencial para la salud pública de la cambiar la actividad física diaria en una cantidad manejable aún no se conoce. En este estudio, utilizamos las mediciones de los acelerómetros (1) para examinar la asociación de actividad física y la mortalidad en una muestra basada en la población de adultos estadounidenses, y (2) para estimar el número de muertes evitadas anualmente con los aumentos modestos en la actividad física de moderada a vigorosa intensidad (MVPA, *moderate-to-vigorous physical activity*).

Métodos | Este estudio de cohortes fue aprobado por la Junta Nacional de Revisión Ética del Centro de Estadísticas de Salud. Este estudio utilizó datos de la Encuesta Nacional de Examen de Salud y Nutrición (NHANES, *National Health and Nutrition Examination Survey*), y se obtuvo el consentimiento informado por escrito para todos los participantes de NHANES. El estudio siguió las guías de STROBE.

La NHANES es una encuesta representativa de la población civil estadounidense, población no institucionalizada, que incluye el sobremuestreo para los participantes negros no hispanos, y mexicoamericanos. La raza y el origen étnico se determinaron mediante autoinforme y se clasificaron utilizando la terminología preferida del Centro Nacional para Estadísticas de Salud como mexicanoamericano, negro no hispano, blanco no hispano, u otro. La raza y la etnia fueron incluidos en este estudio para caracterizar mejor a la población estadounidense.

En 2003 a 2006, a los participantes de NHANES de 6 años o más se les pidió que usaran un acelerómetro durante 7 días. Para este estudio, evaluamos 4840 de 6355 adultos, de 40 a 85 años o más, con datos de un acelerómetro. Los restantes 1515 individuos fueron excluidos porque no eran elegibles, o porque se negaron a participar en el protocolo de seguimiento (853 [13%]), o porque tenían monitores que funcionaban mal o que perdieron su calibración (360 [6%]), o que no tenían los días válidos de datos del monitor (302 [5%]).

El seguimiento de la mortalidad se completó a través de la vinculación con Índice Nacional de Defunciones, hasta el 31 de diciembre de 2015. Estimamos una MVPA sumando los minutos

del acelerómetro en o por encima de un valor de corte establecido,⁴ y creamos 8 categorías de actividad física (0-19, 20-39, 40-59, 60-79, 80-99, 100-119, 120-139 o ≥ 140 minutos por día).

El número de muertes por año prevenidas con el aumento la actividad física se estimó como la fracción ajustada de la población atribuible (PAF, *population attributable fraction*)⁵ multiplicada por el número de muertes anuales de la población de los Estados Unidos para el 2003 (para personas de 40 a 84 años). Para calcular las PAF, usamos la prevalencia de las estimaciones de la población, y las razones de riesgo ajustadas por edad, sexo, raza y etnia, nivel educativo, índice de masa corporal (calculado como peso en kilogramos, dividido por la altura en metros al cuadrado), dieta, consumo de alcohol, estado de tabaquismo y condiciones crónicas autoinformadas, limitaciones de la movilidad y la salud general. Las razones de riesgo se estimaron usando modelos de regresión de riesgos proporcionales de Cox, y se confirmó la suposición de riesgos proporcionales para nuestra exposición principal (es decir, MVPA). Se aplicaron suposiciones contrafactuales para los aumentos de la actividad, y se establecieron en tiempos de 10, 20 y 30 minutos por día superiores a los valores observados por los participantes. Los clasificados como frágiles,⁶ o que requerían un equipamiento para caminar, se supuso que eran incapaz de aumentar su actividad (eMethods en el Suplemento); cuando se calcularon los PAF, los niveles de actividad física para estos participantes se mantuvieron constantes. Los datos se analizaron con SAS versión 9.4 (SAS Institute Inc), que representa el diseño muestral complejo de NHANES.

Resultados | Este análisis incluyó 4840 participantes. De estos, 2435 (53%) eran mujeres, 993 (10.4%) eran negros no hispanos y 887 (5.1%) eran mexicoamericanos (**Tabla**). Hubo un total de 1165 muertes ocurridas durante un seguimiento medio (SEM) de 10,1 (0,1) años.

Los cocientes de riesgos instantáneos ajustados cambiaron de 0,69 a 0,28 al aumentar las categorías de actividad (versus 0-19 minutos por día). Los cocientes de riesgo utilizados para generar los PAF para las 8 categorías de actividad fueron los siguientes: 1,00 (referencia) de 0 a 19 (548 [7,9 %]), 0,69 (95 % IC, 0,55-0,85) de 20 a 39 (616 [10,0 %]), 0,51 (95 % IC, 0,42-0,63) de 40 a 59 (635 [11,8%]), 0,40 (IC 95%, 0,29- 0,55) para 60 a 79 (614 [12,7 %]), 0,34 (IC 95 %, 0,25-0,47) para 80-99 (633 [14,4 %]), 0,32 (IC 95 %, 0,21-0,48) para 100 a 119 (508 [12,1 %]), 0,30 (IC 95 %, 0,19-0,48) para 120-139 (384 [9,3 %]), y 0,28 (IC 95 %, 0,18-0,42) para 140 o más (902 [21.7%]) minutos por día. El número de participantes con fragilidad o necesidad de equipo especial fue de 280 (49,4%) para 0 a 19, 164 (26,3%) de 20 a 39, 94 (12,4%) de 40 a 59, 66 (9,5%) de 60 a 79, 42 (5,1%) de 80 a 99, 31 (4,7%) de 100 a 119, 20 (2,9%) de 120 a 139 y 35 (2,7%) de 140 o más minutos por día.

El aumento de MVPA en 10, 20 o 30 minutos por día se asoció con una disminución del 6,9%, 13,0% y 16,9% en el número de muertes por año, respectivamente. Agregar 10 minutos por día de la actividad física resultó en una prevención estimada de 111.174 muertes por año (IC 95%, 79.594-142.754), con mayores beneficios asociados con la adición de más actividad física (209.459 muertes prevenibles [IC 95%, 146 299-272 619] para 20 minutos, y 272.297 muertes prevenibles [IC 95%, 177 557-367037] para 30 minutos) (**Figura**).

Los PAF indican que la adición de 10 minutos por día de MVPA se asoció con la prevención del 8,0% (IC 95%, 6,0-10,0) del total de muertes por año entre los hombres, 5,9% (IC 95 %, 2,0-9,8) entre las mujeres, 4,8% (IC 95 %, 0,0-10,7) entre individuos mexicoamericanos, 6.1% (IC 95%, 2.2- 10.0) entre individuos negros no hispanos, y 7.3% (95% CI, 5.3-9.3) entre individuos blancos no hispanos.

Table. Characteristics of the US Population Aged 40 to 85 Years or Older by the Amount of MVPA, 2003 to 2006 NHANES^a

Characteristic	MVPA, min/d ^b				Total (N = 4840)	P value ^c
	0-39.9 (n = 1164)	40.0-79.9 (n = 1249)	80.0-119.9 (n = 1141)	≥120.0 (n = 1286)		
Age, mean (95% CI), y	70.4 (69.3-71.6)	58.4 (57.5-59.3)	53.8 (53.0-54.7)	50.7 (50.1-51.3)	57.0 (56.3-57.6)	<.001
BMI, mean (95% CI)	29.3 (28.9-29.7)	29.9 (29.4-30.4)	29.0 (28.6-29.4)	27.8 (27.5-28.1)	28.9 (28.7-29.1)	<.001
Healthy Eating Index score, mean (95% CI) ^d	58.2 (57.3-59.1)	57.2 (56.4-58.0)	57.1 (56.1-58.0)	55.3 (54.3-56.3)	56.8 (56.2-57.3)	.01
MVPA, mean (95% CI), min/d	21.7 (21.1-22.3)	60.5 (59.9-61.1)	99.0 (98.1-99.8)	171.4 (168.9-173.9)	98.2 (95.6-100.7)	<.001
Sex						
Men	489 (34.7)	540 (39.2)	555 (44.4)	821 (62.4)	2405 (47.0)	<.001
Women	675 (65.3)	709 (60.8)	586 (55.6)	465 (37.6)	2435 (53.0)	
Race and ethnicity^e						
Mexican American	149 (3.1)	213 (4.1)	208 (5.3)	317 (7.0)	887 (5.1)	.41
Non-Hispanic						
Black	213 (10.9)	283 (11.2)	240 (9.7)	257 (10.0)	993 (10.4)	
White	754 (81.2)	680 (76.7)	614 (77.4)	633 (75.8)	2681 (77.4)	
Other groups	48 (4.7)	73 (8.0)	79 (7.6)	79 (7.2)	279 (7.0)	
Education						
Less than high school	452 (30.4)	344 (16.2)	284 (13.6)	372 (14.8)	1452 (17.6)	.01
High school	300 (28.3)	331 (28.4)	265 (24.3)	291 (25.7)	1187 (26.5)	
More than high school	412 (41.3)	574 (55.5)	592 (62.1)	623 (59.5)	2201 (55.9)	
BMI^f						
Normal weight	349 (28.4)	292 (24.2)	307 (28.3)	365 (30.8)	1313 (28.1)	<.001
Overweight	387 (32.9)	436 (33.9)	432 (36.5)	540 (39.2)	1795 (36.1)	
Obesity	428 (38.7)	521 (41.9)	402 (35.2)	381 (30.0)	1732 (35.8)	
Alcohol use						
Never	222 (18.1)	176 (13.1)	129 (8.9)	99 (6.6)	626 (10.8)	<.001
Former	248 (23.1)	244 (18.9)	192 (16.0)	171 (12.5)	855 (16.9)	
Current	628 (53.4)	759 (62.6)	753 (69.4)	937 (75.7)	3077 (66.8)	
Missing or unknown	66 (5.5)	70 (5.4)	67 (5.7)	79 (5.2)	282 (5.4)	
Smoking status						
Never smoker	506 (42.3)	582 (45.8)	567 (52.3)	579 (45.4)	2234 (46.8)	.46
Former smoker	473 (39.7)	406 (30.7)	344 (27.8)	344 (32.7)	1633 (32.2)	
Current smoker	185 (18.0)	261 (23.5)	230 (19.9)	230 (21.9)	973 (21.0)	
Comorbid conditions						
Diabetes mellitus						
Yes	310 (24.6)	199 (12.6)	127 (9.2)	89 (4.1)	725 (11.2)	<.001
No	820 (72.2)	1016 (85.1)	1001 (89.7)	1182 (94.9)	4019 (87.1)	
Borderline	34 (3.2)	34 (2.3)	13 (1.2)	15 (1.0)	96 (1.7)	
Stroke						
Yes	144 (12.1)	51 (3.2)	42 (2.7)	19 (1.0)	256 (4.0)	<.001
No	1020 (87.9)	1198 (96.8)	1099 (97.3)	1267 (99.0)	4584 (96.0)	
Coronary heart disease						
Yes	149 (13.1)	85 (6.0)	55 (3.7)	30 (2.2)	319 (5.5)	<.001
No	1001 (85.9)	1159 (93.8)	1080 (96.0)	1254 (97.7)	4494 (94.2)	
Missing or unknown	14 (0.9)	5 (0.2)	6 (0.3)	2 (0.2)	27 (0.3)	
Heart failure						
Yes	146 (12.8)	52 (3.1)	25 (1.6)	21 (1.3)	244 (3.9)	<.001
No	1002 (86.3)	1193 (96.8)	1115 (98.4)	1264 (98.6)	4574 (95.9)	
Missing or unknown	16 (0.9)	4 (0.1)	1 (0.0)	1 (0.1)	22 (0.2)	

Table. Characteristics of the US Population Aged 40 to 85 Years or Older by the Amount of MVPA, 2003 to 2006 NHANES^a (continued)

Characteristic	MVPA, min/d ^b				Total (N = 4840)	P value ^c
	0-39.9 (n = 1164)	40.0-79.9 (n = 1249)	80.0-119.9 (n = 1141)	≥120.0 (n = 1286)		
Cancer						
Yes	266 (24.7)	167 (13.5)	128 (11.2)	79 (7.5)	640 (13.0)	<.001
No	898 (75.3)	1082 (86.5)	1013 (88.8)	1207 (92.5)	4200 (87.0)	
Chronic bronchitis						
Current	67 (6.7)	56 (5.5)	22 (2.2)	30 (2.4)	175 (3.9)	<.001
Former	60 (6.3)	53 (4.6)	33 (3.0)	34 (3.5)	180 (4.1)	
Never	1031 (86.3)	1138 (89.9)	1081 (94.4)	1218 (93.8)	4468 (91.7)	
Missing or unknown	6 (0.6)	2 (0.1)	5 (0.4)	4 (0.3)	17 (0.3)	
Emphysema						
Yes	86 (8.0)	40 (3.0)	17 (1.2)	12 (0.7)	155 (2.7)	<.001
No	1069 (91.3)	1209 (97.0)	1123 (98.7)	1272 (99.2)	4673 (97.1)	
Missing or unknown	9 (0.7)	0	1 (0.1)	2 (0.1)	12 (0.2)	
Mobility limitations^d						
None	416 (34.8)	570 (37.3)	456 (32.0)	391 (22.7)	1833 (30.9)	<.001
Unrelated to mobility	42 (5.8)	323 (37.7)	511 (55.1)	769 (69.9)	1645 (46.6)	
Limitation	702 (59.0)	353 (24.8)	174 (13.0)	126 (7.4)	1355 (22.4)	
Missing or unknown	4 (0.4)	3 (0.2)	0	0	7 (0.1)	
General health						
Excellent	44 (4.0)	99 (8.4)	116 (11.6)	158 (14.7)	417 (10.4)	<.001
Very good	204 (19.5)	297 (28.8)	343 (35.0)	380 (36.4)	1224 (31.2)	
Good	414 (36.0)	469 (37.0)	401 (34.5)	427 (32.5)	1711 (34.8)	
Fair or poor	440 (35.3)	317 (20.6)	216 (13.3)	244 (11.4)	1217 (18.5)	
Missing or unknown	62 (5.2)	67 (5.1)	65 (5.6)	77 (5.0)	271 (5.2)	
Frail or unable to walk^e						
Yes	444 (36.5)	160 (10.9)	73 (4.9)	55 (2.8)	732 (11.4)	<.001
No	720 (63.5)	1089 (89.1)	1068 (95.1)	1231 (97.2)	4108 (88.6)	

Abbreviations: BMI, body mass index (calculated as weight in kilograms divided by height in meters squared); MVPA, moderate-to-vigorous physical activity intensity; NHANES, National Health and Nutrition Examination Survey.

^a Data are presented as the number (%) of US adults unless noted otherwise. Percentages and means (95% CIs) were estimated using US population and study design weights. Sample weights included readjustments after stratification from loss of observations owing to missing accelerometry data, and all participants were eligible for mortality linkage through the National Death Index.

^b Total number of minutes per day recorded by the accelerometer that were at or above the cutpoint of 760 counts per minute⁴ (ie, MVPA).

^c P values were computed using linear regression for continuous variables and logistic regression for categorical variables, and they did not include unknown or missing categories. P values were computed separately for each covariate and indicate statistically significant differences between physical activity groups if $P < .05$.

^d Healthy Eating Index 2005 scores describe an individual diet quality as recommended by the 2005 Dietary Guidelines for Americans. Scores range

from 0 (least healthy) to 100 (most healthy).

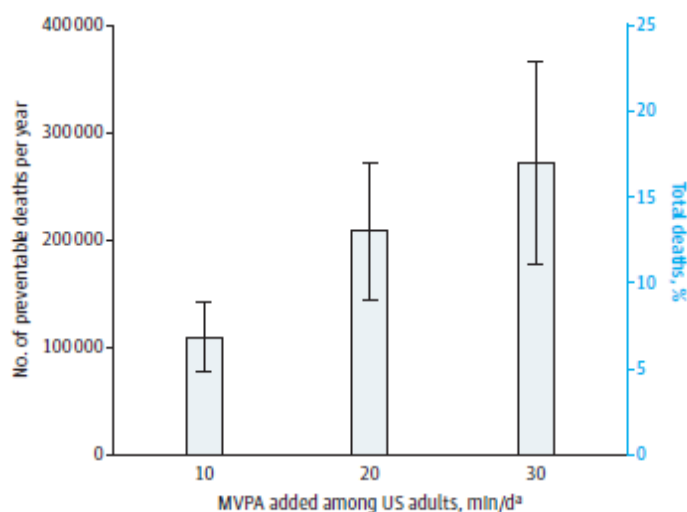
^e Race and ethnicity was determined by self-report and was classified using preferred terminology from the National Center for Health Statistics as Mexican American, non-Hispanic Black, and non-Hispanic White. Mexican American individuals were oversampled rather than broader groups of individuals from Latin America. The "other" classification includes Alaska Native, Asian, other Hispanic, or other race and ethnicity, including multiracial.

^f BMI ranges are as follows: normal weight, 13.4 to 24.9 (includes underweight participants with a BMI <18.5); overweight, 25.0 to 29.9; and obesity, 30.0 to 62.5.

^g Mobility limitations were assessed among those aged 60 years or older or among younger individuals reporting some type of physical or mental limitation. A mobility limitation was defined as a report of having difficulty walking for a quarter mile, without special equipment, or walking up 10 steps.

^h Frailty was defined as a frail index score greater than 45% derived from items related to limitations of activities of daily living, vision, hearing, health care use, medications, and several physiological and biochemical measurements.⁶ Inability to walk was defined as needing special equipment to walk.

Figure. Number of Preventable Deaths and Equivalent Proportion of Total Deaths by Added Amount of MVPA Among US Adults Aged 40 to 85 Years or Older, 2003 to 2006 National Health and Nutrition Examination Survey



Hazard ratios were estimated using Cox proportional hazard regression models and the proportional hazards assumption was confirmed for moderate-to-vigorous physical activity intensity (MVPA). Hazard ratios (95% CIs) were used to generate the population attributable fractions (PAFs). When calculating the PAFs, physical activity levels for participants identified as having frailty or needing special equipment to walk were held constant. Bars represent 95% CIs for both the estimated number of deaths and the proportion of total deaths. Hazard ratios and the estimated number of deaths per year were adjusted for age, sex, race and ethnicity, education level, body mass index, diet quality, alcohol consumption, smoking status, self-reported diabetes, heart disease, heart failure, stroke, cancer, chronic bronchitis, emphysema, mobility limitations, and general health. The number of deaths per year was computed using the 2003 annual mortality for US adults aged 40 to 84 years. Models included US population and study design weights to account for the complex survey. Sample weights also included poststratification adjustments from loss of observations attributable to missing accelerometry data, and all participants were eligible for mortality linkage through the National Death Index.

^a Total number of minutes per day recorded by the accelerometer that were at or above the cutpoint of 760 counts per minute⁴ (ie, MVPA).

Discusión | En este estudio de cohorte, estimamos que aproximadamente se podrían prevenir 110.000 muertes por año si los adultos estadounidenses de 40 a 85 años o más aumentaran su MVPA en una pequeña cantidad (es decir, 10 minutos por día). Se observaron beneficios similares para los hombres y mujeres, y para mexicoamericanos, adultos negros no hispanos y blancos no hispanos. A nuestro conocimiento, este es el primer estudio para estimar el número de muertes prevenibles a través de la actividad física usando las mediciones de un acelerómetro, entre los adultos de Estados Unidos, al mismo tiempo que se reconoce que actividad puede no ser posible para todos. Sin embargo, 1 semana de monitoreo puede no reflejar cambios en la actividad a lo largo del tiempo, y el diseño del estudio observacional limita la determinación de la causalidad directa.

Estos hallazgos respaldan la implementación de estrategias para mejorar la actividad física para los adultos, y potencialmente reducir las muertes en los Estados Unidos.

Referencias

1. Carlson SA, Adams EK, Yang Z, Fulton JE. Percentage of deaths associated with inadequate physical activity in the United States. *Prev Chronic Dis*. 2018;15:E38. doi:[10.5888/pcd18.170354](https://doi.org/10.5888/pcd18.170354)
2. GBD 2019 Risk Factors Collaborators. Global burden of 87 risk factors in 204 countries and territories, 1990-2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019. *Lancet*. 2020;396(10258):1223-1249. doi:[10.1016/S0140-6736\(20\)30752-2](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30752-2)
3. Katzmarzyk PT, Friedenreich C, Shiroma EJ, Lee IM. Physical inactivity and non-communicable disease burden in low-income, middle-income and high-income countries. *Br J Sports Med*. 2021;bjsports-2020-103640. doi:[10.1136/bjsports-2020-103640](https://doi.org/10.1136/bjsports-2020-103640)
4. Matthews CE, Keadle SK, Berrigan D, et al. Influence of accelerometer calibration approach on moderate-vigorous physical activity estimates for adults. *Med Sci Sports Exerc*. 2018;50(11):2285-2291. doi:[10.1249/MSS.0000000000001691](https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000001691)
5. Graubard BI, Flegal KM, Williamson DF, Gail MH. Estimation of attributable number of deaths and standard errors from simple and complex sampled cohorts. *Stat Med*. 2007;26(13):2639-2649. doi:[10.1002/sim.2734](https://doi.org/10.1002/sim.2734)
6. Blodgett J, Theou O, Kirkland S, Andreou P, Rockwood K. The association between sedentary behaviour, moderate-vigorous physical activity and frailty in NHANES cohorts. *Maturitas*. 2015;80(2):187-191. doi:[10.1016/j.maturitas.2014.11.010](https://doi.org/10.1016/j.maturitas.2014.11.010)