



Utilisation de l'Apple Watch pour estimer la distance de marche en six minutes

Mai 2021

Sommaire

Présentation	3
Introduction.....	3
Test de marche de six minutes en clinique	3
Test de marche de six minutes administré à distance	3
Estimation de la distance de marche en six minutes	4
Description de l'indicateur	4
Développement.....	5
Résultats	6
Discussion.....	8
Conclusions.....	9
Bibliographie	9

Présentation

Grâce à watchOS 7, les Apple Watch Series 3 et versions ultérieures fournissent une estimation de la distance qu'un utilisateur est capable de parcourir en six minutes de marche, une mesure qui peut être utilisée dans des applications de santé en tant qu'indicateur global de la santé cardiovasculaire et de la mobilité d'une personne. Le présent document précise les modalités d'estimation de l'indicateur sur Apple Watch, notamment les étapes de test et de validation.

Introduction

Test de marche de six minutes en clinique

Le test de marche de six minutes (6MWT) est une méthode simple d'évaluation de la capacité fonctionnelle et de l'endurance d'une personne. Introduit au début des années 1980 comme un substitut plus tolérable (mais tout aussi légitime et fiable) à des tests de condition physique rigoureux et onéreux,¹ le test 6MWT se déroule le plus souvent dans un environnement clinique, et consiste à observer une personne devant effectuer des allers-retours en marchant, dans un couloir d'une longueur connue, pendant six minutes. Le résultat du test correspond à la distance totale parcourue pendant ces six minutes, appelée distance de marche en six minutes (6MWD). Une quarantaine d'années après son introduction, le test a été bien caractérisé dans de nombreux groupes d'âges, groupes ethniques et états de santé et maladies. Il a été utilisé comme critère d'essai clinique pour l'étude de l'efficacité de différentes interventions sur la maladie, ainsi que comme indicateur de stratification du risque dans des populations larges.²

Malgré les avantages et la pertinence du test 6MWT, sa mise en place et l'interprétation de ses résultats restent problématiques dans la pratique courante. Tout d'abord, le cabinet ou la clinique doit fournir un environnement, généralement un couloir, d'une longueur suffisante (10 à 30 mètres), qui permette à une personne de marcher de façon ininterrompue sans perturber l'activité humaine normale au sein de l'établissement. Ensuite, le test peut s'avérer chronophage et impliquer des coûts importants, car l'utilisateur doit normalement effectuer au moins un test pratique pour se familiariser avec le protocole, suivi d'une pause d'une heure, puis un second test permettant généralement d'obtenir un résultat plus précis.^{3,4,5,6}

Test de marche de six minutes administré à distance

Dans un environnement clinique chargé, la mise en place d'un test 6MWT peut s'avérer complexe. Les tests 6MWT réalisés à domicile sont fortement corrélés avec les examens supervisés en clinique et peuvent constituer un substitut approprié.⁷ Les mesures de 6MWD effectuées à l'aide d'un smartphone sont corrélées avec les mesures effectuées en clinique. Cependant, une étude a montré que seulement 60 % des tests 6MWT à domicile administrés et mesurés à l'aide d'un smartphone ont été effectués jusqu'au bout.⁸ Bien que prometteurs, les tests à domicile ne sont parfois pas réalisables à l'échelle ou sur de longues périodes, en raison de la faible assiduité des participants.

Apple Watch fait évoluer le mode de mesure de la 6MWD et permet de surmonter les défis pratiques évoqués précédemment, tant pour les tests à domicile que pour les examens en clinique. Grâce aux données collectées passivement sur les Apple Watch Series 3 et versions ultérieures dotées de watchOS 7, il est possible de visualiser et partager une estimation de sa 6MWD. L'estimation de la distance de marche en six minutes (e6MWD) repose sur l'observation passive, sur une période prolongée, de signaux de capteurs multimodaux traduisant les comportements normaux d'un utilisateur, plutôt que sur une mesure directe et ponctuelle lors d'une marche de six minutes. Dans la plupart des cas, l'estimation de la 6MWD sera actualisée chaque semaine et consultable dans l'app Santé de l'iPhone jumelé à l'Apple Watch.

Estimation de la distance de marche en six minutes

Le présent document décrit le développement et la validation des statistiques e6MWD. Il est destiné aux chercheurs, aux prestataires de soins de santé et aux développeurs qui souhaiteraient intégrer ces statistiques à leurs travaux, ainsi qu'aux clients qui souhaitent en savoir plus sur les statistiques e6MWD et sur leur mode de mesure et de validation. Les développeurs peuvent visiter la page developer.apple.com/documentation/healthkit pour savoir comment accéder à et partager des données de santé et de condition physique, telles que l'indicateur e6MWD, tout en assurant le contrôle et la confidentialité des données des utilisateurs.

Description de l'indicateur

Les statistiques e6MWD évaluent la distance qu'un utilisateur aurait parcourue dans le cadre d'un test 6MWT réalisé en environnement surveillé. Cette estimation est basée sur les données de mouvement et d'activité mesurées au cours des quatre semaines précédant l'estimation. La Figure 1 est un exemple de l'écran affiché dans l'app Santé sur iPhone. La valeur est indiquée en mètres et sera actualisée chaque semaine pour la plupart des utilisateurs. Pour générer des statistiques e6MWD, l'Apple Watch doit être portée pendant au moins trois jours, pendant plus de huit heures au cours des activités quotidiennes habituelles (par exemple, heures de veille avec activités ménagères modérées) au cours de la semaine écoulée, ainsi qu'un total de dix jours atteignant le seuil de huit heures au cours des quatre semaines précédentes. Si l'utilisateur a effectué une séance de marche en extérieur avec l'app Exercice de son Apple Watch au cours de la semaine écoulée, ces exigences peuvent être revues à la baisse.

L'API HealthKit d'Apple permet aux utilisateurs de partager ces informations avec des applications installées sur leur iPhone.⁹ Chaque estimation est accompagnée de métadonnées indiquant l'état d'étalonnage de l'appareil et pouvant avoir une incidence sur la précision de l'estimation. Pour en savoir plus, reportez-vous à la section Discussion. Ces métadonnées sont incluses lorsque d'autres apps accèdent aux estimations à l'aide de l'API HealthKit.

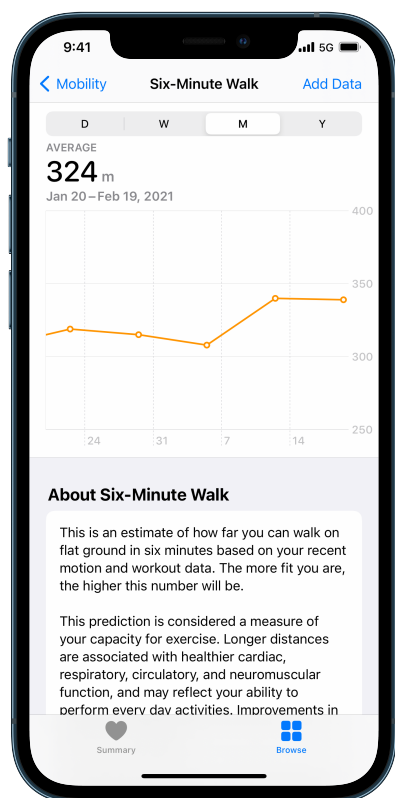


Figure 1 : Estimation de la distance de marche en six minutes dans l'app Santé sous iOS 14

Développement

Pour concevoir et valider les statistiques e6MWD, Apple a collecté des données provenant de nombreuses études approuvées par un comité d'examen éthique, impliquant des adultes âgés de 65 ans et plus vivant chez eux ou en résidence autonome et qui ont consenti à la collecte et à l'utilisation de leurs données à cette fin. Les participants ont été sélectionnés de manière à respecter une diversité de niveaux d'activité et d'aptitudes fonctionnelles. Cependant, tous les participants résidaient dans la vallée de Santa Clara, en Californie.

Les participants à l'étude ont effectué des tests 6MWT supervisés conformément aux directives publiées², consistant à effectuer des allers-retours sur un parcours linéaire et plat de 15 à 30 m de long, en portant une Apple Watch Series 4 et un iPhone 8 ou modèle ultérieur. Les protocoles des tests 6MWT de référence étaient identiques pour rassembler les données de conception et de validation. Les participants ont effectué jusqu'à cinq tests 6MWT au cours de l'étude, et aucun test n'a été réalisé plusieurs fois dans la même journée. Les résultats des tests de référence ont été vérifiés à l'aide de mesures de capteurs supplémentaires afin de confirmer l'exactitude des distances enregistrées. Les tests non concluants lors de ces étapes de vérification n'ont pas été utilisés pour le développement de l'algorithme.

Les participants ont ensuite été invités à porter leur Apple Watch et à garder leur iPhone sur eux lors d'activités quotidiennes normales, et ce pendant toute la durée de l'étude. Les données provenant de divers capteurs de l'Apple Watch et de l'iPhone ont été collectées au cours de la période de l'étude et utilisées pour concevoir l'algorithme e6MWD. L'algorithme e6MWD est alimenté par des données de capteurs (accéléromètre, gyroscope, baromètre et GPS) ainsi que par d'autres indicateurs mesurés par l'Apple Watch, tels que le nombre d'étages montés, le nombre de pas, les minutes d'exercice, la distance de marche, la foulée estimée et la vitesse de marche.

Les données des participants ont été divisées en ensembles de données de conception et de validation afin d'assurer une représentation égale de l'âge, du sexe et du niveau fonctionnel entre les deux ensembles. L'ensemble de données de conception a été utilisé pour développer l'algorithme e6MWD. Les performances de l'algorithme ont été déterminées en comparant l'e6MWD aux résultats de la 6MWD de référence des participants. L'ensemble de données de validation a ensuite été utilisé pour confirmer les performances de l'algorithme.

La validité des statistiques e6MWD a été calculée comme la moyenne et l'écart-type des erreurs entre les estimations e6MWD hebdomadaires et le test de référence du participant effectué selon une temporalité similaire. La fiabilité a été évaluée en calculant la concordance absolue entre les mesures et rapportée sous forme de coefficient de corrélation intraclasse (ICC). La cohérence de l'indicateur e6MWD est exprimée comme la médiane et l'écart-type au 90e percentile des estimations e6MWD hebdomadaires par sujet pour les participants ayant reçu au moins trois estimations. La disponibilité (ou le rendement) des statistiques e6MWD a été évaluée comme la fraction du total de semaines répondant aux exigences minimales de durée de port de l'Apple Watch ayant donné lieu à des estimations, et comme la fraction de participants ayant reçu des estimations pour au moins 75 % des semaines.

Résultats

Les caractéristiques de base des participants dont les données ont été utilisées pour la conception et la validation sont résumées dans le Tableau 1.

Tableau 1. Caractéristiques des participants

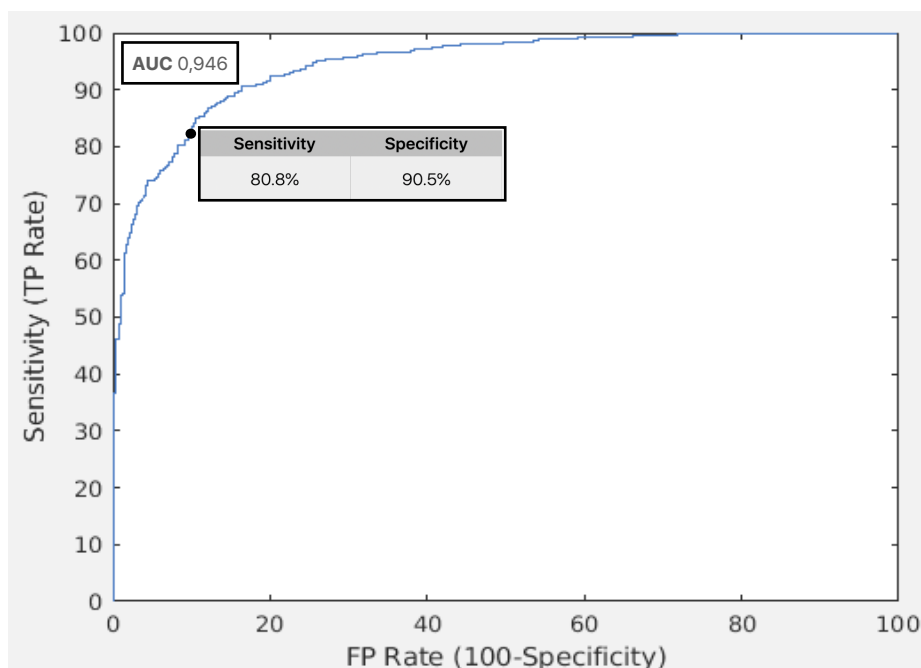
	Conception (N = 930)	Validation (N = 449)
Sexe — nombre (%)		
Femme	578 (62)	263 (59)
Homme	349 (38)	184 (41)
Autre/Inconnu	3 (0)	2 (0)
Âge — ans*	82 ± 7	78 ± 7
6MWD de référence — mètres (moyenne ± écart-type)	375 ± 98	399 ± 102
Durée d'observation — jours (moyenne ± écart-type)	389 ± 48	359 ± 67
Comorbidités — nombre (%)		
Arthrite (hanche ou genou)	244 (26)	80 (18)
Diabète	62 (7)	30 (7)
Coronaropathie	79 (9)	31 (7)
BPCO	37 (4)	7 (2)
Utilisation d'un dispositif d'assistance (pendant 6MWT) — nombre (%)		
Aucun	718 (77)	395 (88)
Canne	73 (8)	26 (6)
Déambulateur	145 (16)	31 (7)
Autre/Inconnu	20 (2)	5 (1)
Catégorie d'IMC — nombre (%)		
Maigre (IMC < 18,5)	13 (1)	2 (0)
Poids normal (18,5 ≤ IMC < 25,0)	379 (40)	158 (35)
Surpoids (25,0 ≤ IMC < 30,0)	352 (38)	191 (43)
Obésité (IMC ≥ 30,0)	185 (20)	98 (22)
*Les participants âgés de plus de 90 ans n'étaient pas enregistrés avec leur âge exact afin d'éviter une éventuelle réidentification. L'âge de ces participants a été fixé à 90 ans pour calculer la moyenne d'âge.		

La médiane et l'écart-type au 90e percentile des 6MWD de référence par participant étaient de 16 et 41 mètres respectivement, et l'ICC était de 0,926 [intervalle de confiance de 0,921 – 0,931]. En se limitant aux tests de référence dont l'exactitude a été vérifiée, la médiane et l'écart-type au 90e percentile étaient de 15 et 37 mètres, et l'ICC était de 0,939 [intervalle de confiance de 0,934 – 0,943]. Les études ont rapporté des valeurs ICC similaires comprises entre 0,82 et 0,99.¹⁰

Tableau 2. Performances e6MWD

Mesure	Description	Conception (N = 930 participants, 35 890 semaines)	Validation (N = 449 participants, 15 223 semaines)
Validité	Erreur (e6MWD hebdomadaire — test de référence le plus proche) — mètres (moyenne ± écart-type)	1 ± 55	1 ± 51
Fiabilité	ICC [intervalle de confiance]	0,925 [0,922–0,928]	0,913 [0,909–0,916]
Cohérence	Écart-type de l'e6MWD par utilisateur — mètres		
	Médiane	21	17
	90e percentile	40	35
Disponibilité	Pourcentage de semaines* donnant lieu à une e6MWD	92	94
	Pourcentage de sujets ayant reçu une e6MWD pour au moins 75 % des semaines*	89	92

* Semaines pendant lesquelles la durée d'utilisation a été suffisante (c'est-à-dire celles qui respectent le seuil de trois jours avec plus de huit heures de données collectées au cours de la semaine écoulée).

**Figure 2 : Courbe ROC, sensibilité et spécificité pour la catégorisation de l'e6MWD à un seuil de 360 mètres (TP = vrais positifs, FP = faux positifs)**

Le Tableau 2 présente les performances de l'algorithme pour les ensembles de données de conception et de validation. La Figure 2 décrit la spécificité et la sensibilité de l'utilisation des statistiques e6MWD pour catégoriser les utilisateurs par rapport à un seuil de 360 mètres, ainsi que la courbe ROC correspondante (AUC de 0,946). Le test 6MWT n'inclut pas encore de seuils de stratification du risque faisant l'objet d'un large consensus, mais plusieurs études ont mis en évidence des relations entre la 6MWD (ou la vitesse de marche moyenne correspondante) et certains résultats cliniques à des seuils similaires.²

Discussion

Avec la sortie de watchOS 7 et d'iOS 14, les utilisateurs d'Apple Watch pourront afficher une estimation de leur 6MWD dans l'app Santé de leur iPhone. Une estimation hebdomadaire fiable de la 6MWD pourrait dispenser les utilisateurs de tests 6MWT à domicile et, compte tenu de la faible assiduité associée aux tests à domicile, améliorer la surveillance de l'aptitude fonctionnelle et de l'endurance des personnes à risque sur le long terme.

La précision des statistiques e6MWD décrites dans le présent document était similaire dans les ensembles de données de conception et de validation, avec une cohérence comparable à celle des tests de référence de l'étude actuelle et à celle rapportée par d'autres études.¹¹ Dans le cadre d'un comportement normal et spontané des participants (aucun rappel invitant le participant à porter son Apple Watch, niveau d'activité normal), la disponibilité des statistiques était supérieure à 90 % (voir Tableau 2). En ce qui concerne les participants à l'étude pour lesquels des données continues étaient disponibles ($n = 703$), l'intervalle moyen entre les estimations était d'environ neuf jours. Pour 94 % des participants, l'intervalle moyen entre les estimations était inférieur à deux semaines. Ce résultat suggère que la plupart des utilisateurs devraient recevoir des estimations hebdomadaires, notamment dans le cadre d'une étude de recherche surveillée où les participants reçoivent des rappels les invitant à porter l'Apple Watch.

Les utilisateurs peuvent optimiser le rendement en portant au quotidien une Apple Watch étalonnée, pour une gamme d'activités représentatives. En l'absence d'étalonnage de l'appareil, les statistiques de vitesse de marche basées sur l'iPhone ou le GPS de l'iPhone et de l'Apple Watch peuvent également être utilisées pour l'étalonnage de ces statistiques. La plupart des utilisateurs (75 %) ont pu établir cet étalonnage en quatre semaines dans les études décrites. Pour en savoir plus sur l'étalonnage de l'Apple Watch, consultez l'article disponible à l'adresse : support.apple.com/fr-fr/HT204516.

L'objectif de l'algorithme 6MWD est de fournir des estimations précises sur les personnes à faible capacité fonctionnelle et potentiellement à risque. Nous l'avons conçu et validé auprès d'une population de personnes âgées exemptes de toute comorbidité, et présentant une 6MWD de référence comprise dans une plage cliniquement utile. Les populations utilisées dans le cadre de l'étude pour la conception et la validation présentaient des prévalences du diabète et de l'arthrose reflétant celles de la population américaine d'âge similaire.¹² Les BPCO et maladies coronariennes ont pu être sous-pondérées par rapport à la prévalence attendue.¹³ L'utilisation de dispositifs d'assistance pendant les tests de référence reflétait globalement celle de la population américaine, bien que l'utilisation de la canne ait pu être légèrement sous-représentée.¹⁴

Les applications cliniques du test 6WMT (telles que la stratification du risque et la mesure de la réponse thérapeutique) utilisent généralement des distances inférieures à 500 mètres pour divers états de santé, notamment l'insuffisance cardiaque,¹⁵ l'hypertension artérielle pulmonaire,¹⁶ la bronchopneumopathie chronique obstructive¹⁷ et le cancer.⁸ En fonction de leur niveau de forme physique ou de leur âge, de nombreux utilisateurs peuvent régulièrement atteindre une valeur de 500 mètres, soit l'estimation maximale prise en charge par cet algorithme.

Alors que les équations prédisant la 6MWD sont généralement basées sur la taille, le poids, l'âge, voire d'autres caractéristiques,^{18,19} la e6MWD décrite dans le présent document désigne une estimation individualisée basée sur des mesures directes issues de capteurs. La comparaison de la e6MWD à des prédictions de référence basées sur des équations pour déterminer un « pourcentage d'attendu » peut présenter une valeur supérieure à celle de la valeur e6MWD isolée.²⁰ L'estimation absolue de la 6MWD peut être utile pour la stratification du risque chez les personnes âgées. Yazdanyar et al. ont constaté que chez les personnes âgées vivant à leur domicile, une 6MWD inférieure à 338 mètres était associée à un risque accru de mortalité, toutes causes confondues.²

L'approche et les résultats présentés sont soumis à certaines limites. Les données utilisées pour le développement de la valeur e6MWD proviennent de tests 6MWT surveillés impliquant différentes longueurs de parcours. Tandis que certains rapports suggèrent que la longueur de parcours présente un effet statistiquement significatif sur l'6MWD,²¹ la plupart des études montrent que cette différence n'est pas cliniquement pertinente et qu'un parcours homogène (ovale plutôt qu'un aller-retour, par exemple) a plus d'impact sur la 6MWD.^{22,23} Une variabilité accrue a été observée chez les utilisateurs à faible capacité fonctionnelle, notamment chez les personnes utilisant des déambulateurs (données non fournies). La diversité ethnique de la population étudiée ne reflétait pas celle de la population américaine. Cependant, certaines études précédentes portant sur des populations d'âge similaire n'ont pas permis de mettre en évidence de différences indépendantes en matière de 6MWD fondées sur l'ethnie. En outre, ces études n'ont émis aucune recommandation d'ajustement des valeurs attendues en fonction de ce facteur.²⁴

Les études utilisées pour la conception et la validation de l'algorithme 6MWD n'ont pas été conçues dans le but d'identifier des changements significatifs au niveau de la 6MWD des participants au cours de la période d'observation. Cependant, certains changements consécutifs à des problèmes de santé, au vieillissement naturel ou à la progression de comorbidités ont pu se produire. En ce qui concerne les mesures cliniques de la 6MWD, l'écart « cliniquement significatif » est compris entre 15 et 50 mètres selon les pathologies sous-jacentes pouvant potentiellement affecter la population étudiée.^{4,25} Les futurs travaux démontrant la capacité de détecter des changements à cette échelle pourraient permettre aux chercheurs et aux développeurs d'utiliser ces statistiques pour surveiller l'évolution d'une maladie ou d'un rétablissement après un problème de santé.

Conclusions

L'Apple Watch peut fournir une estimation hebdomadaire de la 6MWD, donnant ainsi aux utilisateurs de nouvelles statistiques pour mesurer et surveiller au fil du temps différentes dimensions associées à leur santé. Ces données peuvent également être utiles aux chercheurs et aux professionnels de santé. Le port d'une Apple Watch étalonnée pour une gamme d'activités représentatives de la capacité de l'utilisateur est le meilleur moyen de garantir l'enregistrement d'une estimation précise chaque semaine.

Bibliographie

¹Butland RJ, Pang J, Gross ER, Woodcock AA, Geddes DM. Two-, six-, and 12-minute walking tests in respiratory disease. *British Medical Journal (Clinical Research Edition)*. 1982; 284(6329): 1607–1608. doi: 10.1136/bmj.284.6329.1607.

²Yazdanyar A, Aziz MM, Enright PL, et al. Association Between 6-Minute Walk Test and All-Cause Mortality, Coronary Heart Disease-Specific Mortality, and Incident Coronary Heart Disease. *Journal of Aging and Health*. 2014; 26(4): 583–599. doi: 10.1177/0898264314525665.

³ATS Committee on Proficiency Standards for Clinical Pulmonary Function Laboratories. ATS statement: guidelines for the six-minute walk test. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*. 2002; 166(1): 111–117. doi: 10.1164/ajrccm.166.1.at1102.

⁴Solway S, Brooks D, Lacasse Y, Thomas S. A qualitative systematic overview of the measurement properties of functional walk tests used in the cardiorespiratory domain. *Chest*. 2001; 119(1): 256–270. doi: 10.1378/chest.119.1.256.

⁵Guyatt GH, Pugsley SO, Sullivan MJ, et al. Effect of encouragement on walking test performance. *Thorax*. 1984; 39(11): 818–822. doi: 10.1136/thx.39.11.818.

⁶Guyatt GH, Sullivan MJ, Thompson PJ, et al. The 6-minute walk: a new measure of exercise capacity in patients with chronic heart failure. *Canadian Medical Association Journal*. 1985; 132(8): 919–923.

⁷Du H, Davidson PM, Everett B, et al. Correlation between a self-administered walk test and a standardised Six Minute Walk Test in adults. *Nursing & Health Sciences*. 2011; 13(2): 114–117. doi: 10.1111/j.1442-2018.2011.00605.x.

⁸Douma JAJ, Verheul HMW, Buffart LM. Feasibility, validity and reliability of objective smartphone measurements of physical activity and fitness in patients with cancer. *BMC Cancer*. 2018; 18(1): 1052. doi: 10.1186/s12885-018-4983-4.

⁹developer.apple.com/documentation/healthkit.

¹⁰Holland AE, Spruit MA, Troosters T, et al. An official European Respiratory Society/American Thoracic Society technical standard: field walking tests in chronic respiratory disease. *European Respiratory Journal*. 2014; 44(6): 1428–1446. doi: 10.1183/09031936.00150314.

¹¹Gibbons WJ, Fruchter N, Sloan S, Levy RD. Reference values for a multiple repetition 6-minute walk test in healthy adults older than 20 years. *Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation*. 2001; 21(2): 87–93. doi: 10.1097/00008483-200103000-00005.

¹²Centers for Disease Control and Prevention (website). U.S. Department of Health & Human Services. Accessed September 2, 2020. [cdc.gov](https://www.cdc.gov).

¹³Older Americans & Cardiovascular Diseases: Statistical Fact Sheet. *American Heart Association*. [heart.org/idc/groups/heart-public/@wcm/@sop/@smd/documents/downloadable/ucm_483970.pdf](https://www.heart.org/idc/groups/heart-public/@wcm/@sop/@smd/documents/downloadable/ucm_483970.pdf).

¹⁴Gell NM, Wallace RB, LaCroix AZ, Mroz TM, Patel KV. Mobility device use in older adults and incidence of falls and worry about falling: findings from the 2011–2012 national health and aging trends study. *Journal of the American Geriatrics Society*. 2015; 63(5): 853–859. doi: 10.1111/jgs.13393.

¹⁵Yap J, Lim FY, Gao F, Teo LL, Lam CSP, Yeo KK. Correlation of the New York Heart Association Classification and the 6-Minute Walk Distance: A Systematic Review. *Clinical Cardiology*. 2015; 38(10): 621–628. doi: 10.1002/clc.22468.

¹⁶Boucly A, Weatherald J, Savale L, et al. Risk assessment, prognosis and guideline implementation in pulmonary arterial hypertension. *European Respiratory Journal*. 2017; 50(2): 1700889. doi: 10.1183/13993003.00889-2017.

¹⁷Cote CG, Casanova C, Marin JM, et al. Validation and comparison of reference equations for the 6-min walk distance test. *European Respiratory Journal*. 2008; 31(3): 571–578. doi: 10.1183/09031936.00104507.

¹⁸Zou H, Zhu X, Zhang J, et al. Reference equations for the six-minute walk distance in the healthy Chinese population aged 18–59 years. *PLOS ONE*. 2017; 12(9): e0184669. doi: 10.1371/journal.pone.0184669.

¹⁹Enright PL, Sherrill DL. Reference equations for the six-minute walk in healthy adults. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*. 1998; 158(5 Pt 1): 1384–1387. doi: 10.1164/ajrccm.158.5.9710086.

²⁰Troosters T, Gosselink R, Decramer M. Six minute walking distance in healthy elderly subjects. *European Respiratory Journal*. 1999; 14(2): 270–274. doi: 10.1034/j.1399-3003.1999.14b06.x.

²¹Almeida VP, Ferreira AS, Guimarães FS, Papathanasiou J, Lopes AJ. Predictive models for the six-minute walk test considering the walking course and physical activity level. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*. 2019; 55(6): 824–833. doi: 10.23736/S1973-9087.19.05687-9.

²²Heinz PDR, Gulart AA, Klein SR, et al. A performance comparison of the 20 and 30 meter six-minute walk tests among middle aged and older adults. *Physiotherapy Theory and Practice*. 2019; 1: 1–9. doi: 10.1080/09593985.2019.1645251.

²³Sciurba F, Criner GJ, Lee SM, et al. Six-minute walk distance in chronic obstructive pulmonary disease: reproducibility and effect of walking course layout and length. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*. 2003; 167(11): 1522–1527. doi: 10.1164/rccm.200203-166OC.

²⁴Enright PL, McBurnie MA, Bittner V, et al. The 6-min walk test: A quick measure of functional status in elderly adults. *Chest*. 2003; 123(2): 387–398. doi: 10.1378/chest.123.2.387.

²⁵Bohannon RW, Crouch R. Minimal clinically important difference for change in 6-minute walk test distance of adults with pathology: a systematic review. *Journal of Evaluation in Clinical Practice*. 2017; 23(2): 377–381. doi: 10.1111/jep.12629.