

보행, iTUG, SPPB를 스마트폰 영상 하나로

스텝닥터는 어떤 스마트폰 카메라든 마커 없는 동작 분석실로 바꿉니다. 3가지 표준 검사(보행, 일어서서 걷기 검사 iTUG, 간이 신체 기능 검사 SPPB) 중 하나를 짧게 촬영하면, 매 프레임마다 3D 골격을 재구성하고 걸음·구간·자세 유지·일어서기를 찾아낸 뒤, 임상 지표를 발표된 기준과 비교해 보여 줍니다. 결과는 약 5초 만에 나오며, 모든 수치는 원본 영상과 골격 오버레이로 직접 확인할 수 있습니다.

한눈에 보기

눈으로 확인하는 측정

모든 수치를 영상으로 확인

3D 골격이 영상 위에 겹쳐 표시되므로, 임상가는 블랙박스를 믿는 대신 걸음·단계·이상값을 직접 확인할 수 있습니다.

전신 3D

매 프레임 30개 신체 지점

몸통, 골반, 무릎, 발목, 팔을 직접 추적합니다. 센서 하나의 움직임으로 추정하지 않습니다.

표준 검사

보행, iTUG, SPPB

스텝워치, 매트, 웨어러블 없이 걸음, iTUG 6개 구간, SPPB 3가지 검사를 자동으로 검출합니다.

임상 근거 기반

낙상 위험 맥락 속의 결과

보행 속도, TUG 시간, iTUG 구간, SPPB 0-12점 등 모든 결과를 발표된 기준과 비교해 보통인지 아닌지로 보여 줍니다.

30

프레임당
3D 신체 지점

30 fps

프레임 단위
분석

~4.5초

분석 시간
중앙값

3

표준 검사
보행 · iTUG · SPPB

0

웨어러블
마커

품질 및 보안

ISO 13485:2016 품질경영시스템 인증

전송 및 저장 시 암호화

오프라인 빌드 지원

오프라인 병원 배포

관리자 2단계 인증 및 감사 기록

품질경영시스템 인증: 키와코리아(Kiwa Korea, KAB 인정), 인증번호 KM 26146, 2029년 9월까지 유효. 인증 범위: 보행 분석을 위한 장치 및 소프트웨어의 설계, 개발 및 생산.

목차 2 · 기술 원리 · 3 · 접근 방식 · 4 · 보행 · 5-6 · iTUG · 7 · SPPB · 8 · 임상 근거 · 9 · 플랫폼 · 10 · 품질·참고문헌



스마트폰 영상에서 임상 보행 지표까지

카메라는 몸 전체를 봅니다. 스텝닥터는 영상의 매 프레임에서 3D 골격을 추정하므로, 주머니 속 센서 하나가 짐작하는 위치가 아니라 관절이 실제로 있는 위치에서 지표를 계산합니다.

01 · 촬영

어떤 휴대폰 카메라든

휴대폰을 향해 걷는 모습, 3 m iTUG, 또는 SPPB 3가지 검사를 짧게 촬영합니다.

02 · 검출

사람 찾기

화면에 다른 사람이 있어도 매 프레임 대상자를 찾아 추적합니다.

03 · 재구성

3D 골격

프레임마다 실측 단위의 3D 신체 지점 30개를 계산합니다.

04 · 구간화

이벤트와 단계

발뒤꿈치 착지, iTUG 6개 구간, SPPB 자세 유지·보행·각 일어서기를 찾습니다.

05 · 리포트

맥락 속의 지표

각 지표를 발표된 기준과 비교해 보통인지 아닌지 영상 오버레이와 함께 보여 줍니다.

● 왼쪽 다리 ● 오른쪽 다리

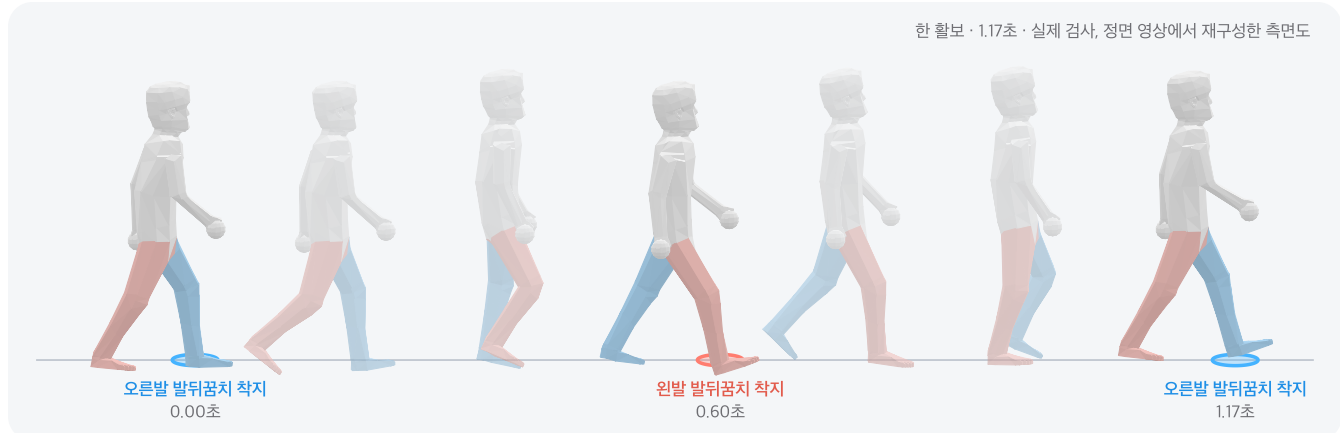


그림 1. 실제 스텝닥터 검사의 한 활보를 앱과 같은 아바타로 표현했습니다. 환자는 정면의 휴대폰을 향해 걸었으며, 측면도는 3D 골격에서 재구성했습니다. 진하게 표시된 자세는 시스템이 검출한 발뒤꿈치 착지 시점입니다.

센서

모든 휴대폰에 이미 있는 카메라입니다. 착용할 것이 없습니다. 처음 사용할 때 카메라를 한 번 확인하고, 그 뒤로는 대상자가 화면 안에 있기만 하면 됩니다.

영상 방식이 중요한 이유

관성 센서 방식은 몸의 한 지점의 움직임으로 보행을 추정합니다. 카메라는 관절을 직접 측정하므로 보폭, 입각기와 유각기, 몸통과 팔의 자세, TUG의 일어서기와 방향 전환까지 볼 수 있습니다.

설치

복도나 진료실이면 충분합니다. 휴대폰을 거치대에 두거나 임상가·보호자가 들고 촬영할 수 있어, 스마트폰이 없거나 다루기 어려운 환자도 검사할 수 있습니다.

실행 환경

iOS와 Android, 한국어와 영어를 지원합니다. 분석은 클라우드에서 실행되며, 클라우드를 쓸 수 없는 병원을 위한 기기 고정형 오프라인 빌드도 제공합니다.

카메라 방식과 주머니 속 휴대폰 방식의 비교

스마트폰 보행 분석 도구는 대부분 휴대폰의 관성 센서(IMU)나 카메라를 사용합니다. 두 방식 모두 장점이 있습니다. 스텝닥터는 움직임을 눈으로 확인하는 것이 가장 중요한 감독하 표준 검사를 위해 설계되었습니다.

항목	스텝닥터 (카메라, 3D 자세)	주머니 속 휴대폰 관성 센서
측정 대상	관절 위치를 직접 3D로 측정: 발, 무릎, 골반, 몸통, 팔	골반 부근 한 지점의 가속도와 회전; 보행 이벤트는 추정
임상가가 볼 수 있나?	예. 영상과 골격 오버레이로 무엇을 측정했는지 그대로 보입니다	아니요. 신호를 사람이 읽을 수 없어 결과를 믿고 따를 수밖에 없습니다
부착 위치	몸에 부착하지 않음. 화면 안에만 있으면 됩니다	앞·뒷주머니 또는 스트랩; 주머니가 없으면 스트랩이 필요합니다
누구의 휴대폰?	누구의 어떤 휴대폰이든. 임상가나 보호자가 촬영할 수 있습니다	대개 환자 본인의 휴대폰을 몸에 지녀야 합니다
전신 자세	예. 몸통 기울기, 팔 흔들림, 무릎 굴곡, 선 키까지 측정합니다	한 지점이 보여 주는 범위로 제한됨
iTUG · SPPB	자세로 판단. 골반 높이, 몸의 방향, 거리로 모든 구간·자세 유지·일어서기를 구분합니다	가속도 변화로 추정
상시 수동 모니터링	목표가 아님. AICU는 필요할 때 표준 검사를 측정합니다	주머니 착용형 센서의 강점

임상적으로 중요한 이유

검증 가능

이견을 해소할 수 있습니다

값이 이상해 보이면 영상을 열어 확인하면 됩니다. 모든 걸음과 단계 경계가 영상에 표시됩니다.

설명 가능

환자가 자신의 움직임을 봅니다

정상 보행 옆에 환자 자신의 골격을 보여 주면, 숫자 하나보다 치료의 필요성을 훨씬 잘 전달합니다.

포용성

휴대폰도 주머니도 필요 없음

휴대폰을 지니지 않거나, 주머니 없는 옷을 입거나, 보행 보조기를 쓰는 고령자도 직원이 검사할 수 있습니다.



보행 검사로 측정하는 지표

보행 한 번에 30개 지표를 제공하며, 필요한 지표는 좌우 발을 나누어 보여 줍니다. 각 지표는 앱과 같은 방식으로 정상 범위, 경계, 범위 밖으로 읽습니다.

속도와 리듬	보행 속도(m/s), 케이던스(걸음/분), 좌·우 걸음 시간과 보행 주기 시간(초), 걸음 수
공간	좌·우 보장, 좌·우 활보장 (cm)
보행 주기	좌·우 입각기, 유각기, 양하지 지지기 %
변동성과 대칭성	보장·활보장·걸음 시간의 좌·우 변동, 좌우 불균형 (%)
종합	보행 점수 0-100과 추진력·균형·리듬 하위 점수

● 정상 보행 ● 저하된 보행 ○ 왼발 착지 ○ 오른발 착지

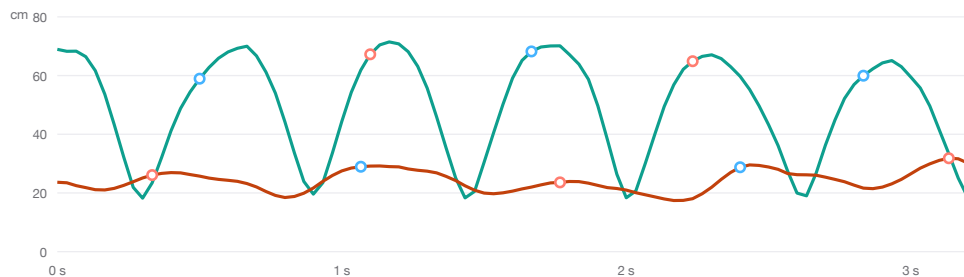


그림 2. 3D 골격으로 측정한 시간에 따른 두 발 사이 거리. 봉우리 하나가 한 걸음입니다. 저하된 보행은 걸음이 더 짧고 느리며 불규칙합니다.

● 정상 범위 ● 경계 ● 범위 밖 T = 정상 보행 · D = 저하된 보행

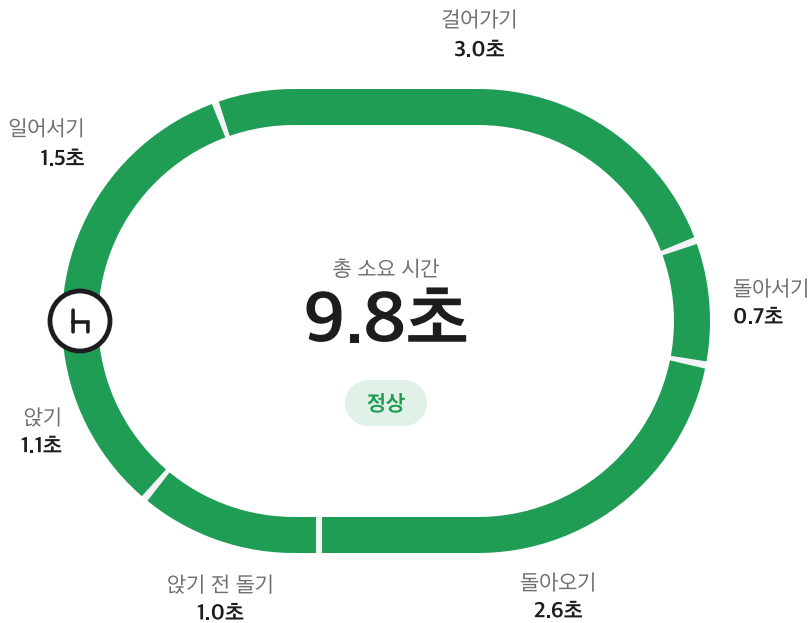
		정상 보행	저하된 보행
보행 속도 cm/s		96 정상 범위	28 범위 밖
케이던스 걸음/분		102 정상 범위	86 경계
활보장 cm		121 정상 범위	40 범위 밖
걸음 시간 초		0.59 정상 범위	0.70 경계
양하지 지지기 %		25 정상 범위	36 경계
입각기 %		63 정상 범위	69 범위 밖

그림 3. 같은 두 보행을 앱의 범위 막대 위에 표시했습니다. 표식은 해당 구간의 색을 띠므로, 어떤 지표가 보통이고 어떤 지표가 그렇지 않은지 한눈에 알 수 있습니다.

iTUG: 6개 구간을 발표된 기준과 비교

환자는 일어서서 3 m를 걷고, 돌아서서 되돌아온 뒤, 의자 앞에서 돌아 앉습니다. 스텝닥터는 3D 자세로 검사 전체와 각 구간을 계측하고, 같은 방식으로 측정한 고령자 기준과 구간마다 비교합니다.

한 바퀴로 보는 검사



호 하나가 한 구간이며, 의자에서 출발해 돌아오기까지 그 구간이 차지한 시간 비율만큼의 길이입니다. 색은 구간의 평가 결과입니다.

구간	시간	평가	보통 범위 ≤
일어서기	1.5초	보통 범위	1.8초
걸어가기	3.0초	보통 범위	4.0초
돌아서기	0.7초	보통 범위	2.8초
돌아오기	2.6초	보통 범위	4.0초
앉기 전 돌기	1.0초	보통 범위	2.8초
앉기	1.1초	보통 범위	1.5초

"보통 범위 ≤"는 해당 구간의 연구 평균 + 1 SD입니다. 총 9.8초: 정상 이동성(10초 미만).

iTUG 평가 방법

보통 범위

연구 평균 + 1 SD 이하.

다소 느림

연구 평균 + 2 SD 이하.

많이 느림

연구 평균 + 2 SD 초과.

기준: 인지 장애가 없는 지역사회 거주 고령자 280명(평균 83세)을 착용형 센서로 구간별 계측. 연구의 8 ft 보행 두 번을 3 m 보행 한 번으로 환산했습니다.
Mirelman A, et al. *J Am Geriatr Soc* 2014;62(4):673-678. doi:10.1111/jgs.12734

이제 색은 어떤 구간인지가 아니라 그 시간이 얼마나 보통인지를 뜻합니다. 총 소요 시간은 발표된 낙상 위험 기준으로 따로 판단합니다(8쪽).

ITUG 전체를 한 장면으로

구간은 3D 자세에서 직접 구분합니다. 골반 높이로 일어서기와 앉기를, 몸의 방향과 카메라와의 거리로 걷기·돌아서기·앉기 전 돌기를 구분합니다.

실제 검사

9.8초 총 소요 시간 · 정상 이동성

추정 선 키 161 cm
방향 전환 지점: 카메라에서 0.66 m

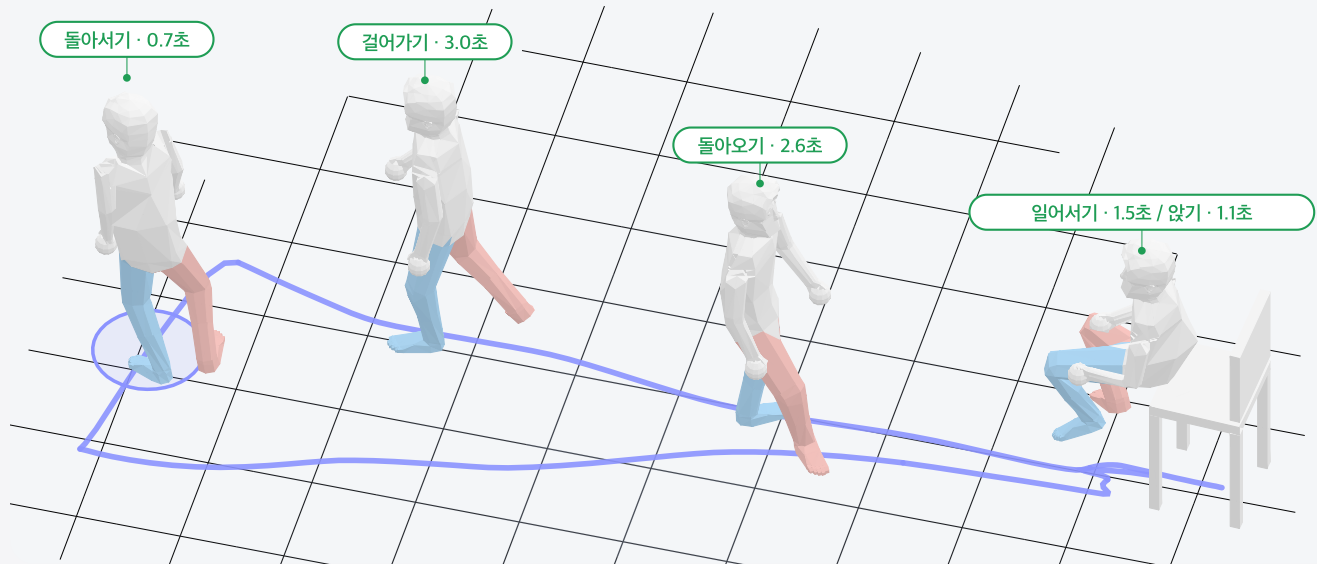


그림 4. 앱과 같은 아바타로 표현한 검사 장면으로, 각 구간의 대상자를 표시했습니다. 라벨은 구간의 평가 색을 따릅니다. 모든 구간이 보이도록 경로를 펼쳐서 그렸습니다(돌아오는 경로는 옆 차선). 자세와 시간은 실제 값입니다.

ITUG 결과	정의	반영하는 기능
총 소요 시간	일어서기 시작부터 다시 앉을 때까지 (초)	전반적 기능적 이동성; 대표적인 낙상 위험 선별 지표
일어서기 / 앉기	앉은 자세→선 자세 전환 시간 (초)	하지 근력; 조절된 하강
걸어가기 / 돌아오기	각 3 m 보행 (초)	보행 속도와 안정성
돌아서기 / 앉기 전 돌기	180° 회전, 의자 앞에서 돌아서기 (초)	동적 균형, 초기 저하에 민감
부가 정보	선 키, 방향 전환 거리, 품질 경고	검사 수행 상태; 불완전한 검사는 추정하지 않고 표시합니다

SPPB: 3가지 검사, 12점 만점 점수 하나

균형, 4 m 보행 시간, 의자에서 다섯 번 일어서기를 NIA 프로토콜에 따라 각 0-4점으로 채점합니다.

앱이 각 검사를 촬영하고, 3D 자세로 자세 유지·보행·각 일어서기를 찾아 점수를 매깁니다.



검사	결과	점수
나란히 서기	10.0초 유지 · 흔들림 0.4°	1
반 일렬 서기	10.0초 유지 · 흔들림 0.5°	1
일렬 서기	10.0초 유지 · 흔들림 2.7°	2
4 m 보행	5.91 / 5.47초 중 최고 · 0.73 m/s	3
의자에서 다섯 번 일어서기	9.5초	4

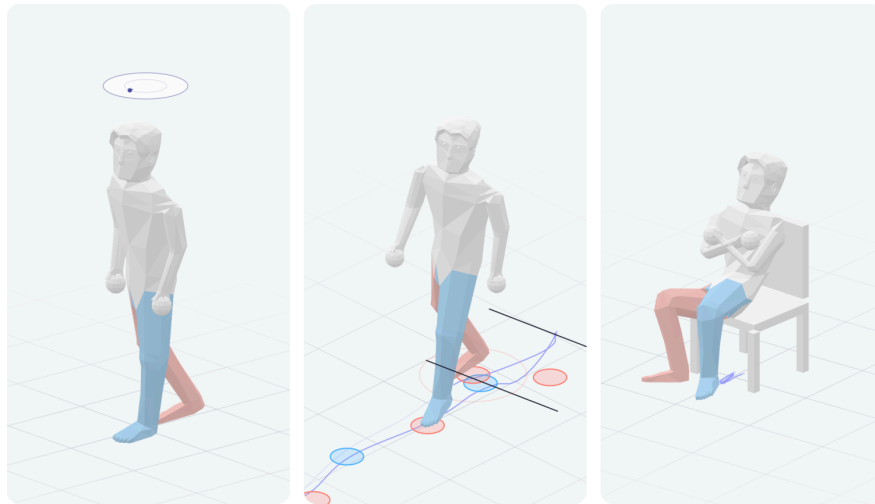


그림 5. 앱의 아바타로 표현한 실제 SPPB의 3가지 검사: 일렬 서기(머리 위 원판이 몸통 흔들림을 표시), 시간 측정 보행(선은 측정 구간), 의자에서 일어서기.

NIA 점수	4	3	2	1
4 m 보행 (초)	< 4.82	4.82-6.20	6.21-8.70	> 8.70
다섯 번 일어서기 (초)	≤ 11.19	11.20-13.69	13.70-16.69	16.70-60
균형	나란히 서기 1 + 반 일렬 서기 1 (각 10초) + 일렬 서기 2 (10초) 또는 1 (3-9.99초)			

균형 품질 84/100(중음)은 AICU의 몸통 흔들림 지표로, 점수 옆에 표시하지만 SPPB 점수에는 포함되지 않습니다.

발표된 근거에 비추어 판단합니다

보행 속도, TUG 시간, SPPB는 고령자의 낙상과 기능 저하를 예측하는 지표 가운데 가장 많이 연구된 것들입니다. 스텝닥터는 각 지표를 연구에서 제시된 기준과 함께 보고합니다.

지표	기준값 또는 효과	근거
보행 속도	0.1 m/s 느려질 때마다	낙상 위험 약 7% 증가 (Vergheze 외, 2009)
보행 속도	< 0.6 · ~0.8 · ≥ 1.0 m/s	건강 저하, 평균 기대 수명, 더 긴 생존 (Studenski 외, 2011); 성인의 정상 보행 속도는 약 1.2-1.4 m/s (Fritz & Lusardi, 2009)
보행 속도	0.1 m/s 빨라질 때마다	고령자 34,485명에서 사망률 감소 (Studenski 외, 2011)
보행 변동성	활보 시간 변동성 증가	1년 내 낙상 예측 (Hausdorff 외, 2001)
TUG 시간	< 10초 · ≥ 13.5초	정상: 연령별 평균 8.1-11.3초 (Bohannon, 2006); 소규모 연구에서 낙상자 판별, 민감도·특이도 87% (Shumway-Cook 외, 2000)
iTUG 구간	평균 + 1 / + 2 SD (AICU 평가 기준)	인지 장애가 없는 고령자 280명의 구간별 기준 시간; 경도인지장애에서는 돌아서 걷기 시작하는 시간이 더 길었음 (Mirelman 외, 2014)
SPPB 총점	0-12 · 구간 10/7/4	낮은 점수는 사망과 요양시설 입소를 예측 (Guralnik 외, 1994)
SPPB 기준	검사별 NIA 점수	보행·일어서기 기준에 사용한 프로토콜 그림 (Rodríguez-Mañas 외, 2014)
SPPB 변화	0.5 · 1점	작은 변화, 이어서 큰 의미 있는 변화 (Perera 외, 2006; Kwon 외, 2009)

적용 예시: 같은 기준, 실제 결과



스텝닥터는 선별과 모니터링을 지원합니다. 진단 도구가 아니며, 결과는 임상적 판단을 대신하지 않고 그 판단을 돕는 정보입니다.

첫 검사부터 추적 관찰까지, 하나의 앱으로

측정은 시작일 뿐입니다. 스텝닥터는 결과를 설명하고, 무엇을 개선할지 제안하며, 집에서도 쉽게 재검사할 수 있게 합니다.

01 · 선별

검사 촬영

보행, iTUG 또는 SPPB를 진료실이나 집에서, 환자·보호자·임상가가 촬영합니다.

02 · 이해

몇 초 만의 결과

발표된 기준과 비교한 지표를 3D 재생과 함께 확인합니다.

03 · 설명

쉬운 언어의 리포트

공유 가능한 PDF 리포트와 결과에 관한 질문에 답하는 AI 어시스턴트.

04 · 실천

맞춤 운동

검사 결과에 맞춘 영상 운동 프로그램을 추천합니다.

05 · 재검사

변화 추적

알림과 같은 휴대폰으로의 반복 검사로 시간에 따른 추세를 보여 줍니다.

환자 앱

iOS 및 Android

3가지 검사의 촬영 안내, 결과 기록과 추세, 알림, 한국어·영어 지원.

임상가 연결

진료 관계

임상가는 담당 환자와 연결되어 환자가 공유한 결과를 확인하고, 평가와 리포트를 한곳에서 관리합니다.

배포 방식

클라우드 또는 오프라인

표준 클라우드 분석, 또는 데이터를 외부로 보낼 수 없는 병원을 위해 휴대폰에서 분석하는 기기 고정형 오프라인 빌드.

결과에 맞춘 운동 라이브러리

발뒤꿈치-발끝 걷기

한 발로 서기

앉았다 일어서기

종아리 들어올리기

제자리 걷기

속도 항상 인터벌 걷기

넓고 안전하게 돌기

천천히 앉기

일상 걷기

모든 운동에는 시범 영상이 포함됩니다. 결과에 따라 물리치료사의 추가 진료를 권하기도 합니다.

일반적인 활용

진료실에서

직원이 방문 중에 어떤 휴대폰으로든 보행 검사, iTUG 또는 SPPB를 촬영합니다. 환자가 돌아가기 전에 결과와 위험 맥락이 준비되고, 영상으로 다시 확인할 수 있습니다.

방문 사이에

환자나 보호자가 알림 일정에 맞춰 집에서 검사를 반복합니다. 임상가는 추세를 확인하고, 환자는 추천 운동을 실천합니다.



신뢰할 수 있도록 만들었습니다

품질경영

ISO 13485:2016 (KS P ISO 13485:2016) 품질경영시스템 인증.
인증기관 키와코리아(Kiwa Korea), 인정기관 KAB, 인증번호 KM
26146, 유효기간 2026년 9월 23일 ~ 2029년 9월 22일.

내부 검증

표준 압력 센서 보행 매트 대비 임상 정확도 93% (내부 연구; 동료
심사 전).

추정 대신 거부

신뢰성 있게 측정할 수 없는 영상은 추정하지 않고 거부하며,
사용자에게 비용을 청구하지 않습니다. 불안정한 iTUG-SPPB 검사는
표시됩니다.

데이터 보호

전송 및 저장 시 암호화. 오류 모니터링은 자체 서버에서 운영합니다.
관리자 접근은 2단계 인증이 필요하며 감사 로그로 남습니다.

자료

보행 데모 영상 (30초)	정상 보행과 저하된 보행을 한 화면에서 실시간 지표와 함께
iTUG 데모 영상 (45초)	한 바퀴 위젯, 구간 평가, 위험 구간과 함께 정상 iTUG와 느려진 iTUG 비교
SPPB 데모 영상 (38초)	균형, 4 m 보행, 의자에서 일어하기를 12점까지 실시간 채점
웹사이트	gait.aicu.life
iOS 앱	apps.apple.com/app/id6747734817
Android 앱	play.google.com · life.aicu.gait

참고문헌

Bohannon RW. Reference values for the Timed Up and Go test: a descriptive meta-analysis. *J Geriatr Phys Ther*. 2006;29(2):64-68. [doi](#)
Fritz S, Lusardi M. White paper: "Walking speed: the sixth vital sign." *J Geriatr Phys Ther*. 2009;32(2):2-5. [doi](#)
Guralnik JM, et al. A short physical performance battery assessing lower extremity function. *J Gerontol*. 1994;49(2):M85-M94. [doi](#)
Hausdorff JM, Rios DA, Edelberg HK. Gait variability and fall risk in community-living older adults. *Arch Phys Med Rehabil*. 2001;82(8):1050-1056. [doi](#)
Kwon S, et al. What is a meaningful change in physical performance? *J Nutr Health Aging*. 2009;13(6):538-544. [doi](#)
Mirelman A, Weiss A, Buchman AS, Bennett DA, Giladi N, Hausdorff JM. Association between performance on Timed Up and Go subtasks and mild cognitive impairment. *J Am Geriatr Soc*. 2014;62(4):673-678. [doi](#)

Perera S, Mody SH, Woodman RC, Studenski SA. Meaningful change and responsiveness in common physical performance measures in older adults. *J Am Geriatr Soc*. 2006;54(5):743-749. [doi](#)
Podsiadlo D, Richardson S. The timed "Up & Go". *J Am Geriatr Soc*. 1991;39(2):142-148. [doi](#)
Rodríguez-Mañas L, et al. An evaluation of the effectiveness of a multi-modal intervention in frail and pre-frail older people with type 2 diabetes - the MID-Frail study: study protocol for a randomised controlled trial. *Trials*. 2014;15:34. [doi](#)
Shumway-Cook A, Brauer S, Woollacott M. Predicting the probability for falls using the Timed Up & Go Test. *Phys Ther*. 2000;80(9):896-903. [doi](#)
Studenski S, et al. Gait speed and survival in older adults. *JAMA*. 2011;305(1):50-58. [doi](#)
Verghese J, Holtzer R, Lipton RB, Wang C. Quantitative gait markers and incident fall risk in older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2009;64(8):896-901. [doi](#)

그림과 예시 값은 내부 테스트 계정의 실제 스텝닥터 분석 결과입니다. 처리 시간은 운영 환경의 중앙값입니다.