


한국인 인체치수 데이터에 대한 세부평가기준
Guideline for detailed evaluation of Korean Body Measurement

국 가 참 조 표 준 센 터

National Center for Standard Reference Data


 NCSRD 국가참조표준센터	한국인 인체치수 참조표준	문서번호	ADQM-04
		제정번호	
	세부평가절차 및 기준	제정일자	2007.
		쪽	1 / 10

목 차

1. 목적	-----	2 / 9
2. 적용범위	-----	2 / 9
3. 참조 데이터 및 참조표준 평가 기준	-----	2 / 9
4. 관련문서	-----	8 / 9

제 · 개정 이력부					
관련조항	제 · 개정번호	제 · 개정일자	제 · 개정 내용		
결재	구 분	작 성	작 성	검 토	승 인
	직 책	연구원	연구원	선임연구원	데이터센터장
	성 명	박성빈	박성빈	정은희	박세진
	서 명				
	일 자				

제정 위원				
이름	소속	직책	일자	확인
박세진	한국표준과학연구원	책임연구원		
강주식	한국표준과학연구원	책임연구원		
정진완	한국표준과학연구원	책임연구원		
박연규	한국표준과학연구원	책임연구원		
김창근	한국표준과학연구원	선임연구원		
박상호	충남대학교	교수		
김시경	공주대학교	교수		

 NCSRD 국가참조표준센터	한국인 인체치수 참조표준	문서번호	ADQM-04
		제정번호	
	세부평가절차 및 기준	제정일자	2007.
		쪽	2 / 10

1. 목 적

본 세부 평가기준은 국가참조표준센터가 지정한 인체치수 데이터 센터에서 생산/수집된 인체치수 데이터의 세부평가를 목적으로 한다.

2. 적용범위

본 세부 평가기준은 국가참조표준센터가 지정한 인체치수 데이터 센터에서 생산/수집된 인체치수 데이터의 기술적인 세부평가를 통해 데이터의 등급을 부여하는 활동에 적용한다.

3. 데이터 평가 기준

3.1 측정방법의 신뢰성 평가

인체 측정 방법에 대한 측정자별 오차율 및 데이터 신뢰성 확인을 위하여 기준점 설정 및 측정 방법에 대하여 반복 측정을 실시한다. 기준점은 지름 11 mm의 원형으로 된 마크를 부착하며 기준점 설정 및 측정 방법은 참조데이터 생산/수집 절차서(ADQM-02)에 제시된 방법에 준하여 측정한다.


측정에 사용되는 인체측정기는 불확도 추정 절차서(ADQM-13)에 제시된 방법에 준하여 불확도를 추정하며 반드시 교정성적서 혹은 시험성적서를 보유하고 있어야 한다. 그리고 인체측정기에 대한 유효숫자는 KS A 7004에서 제시한 내용을 따라야 한다.

신뢰성 평가의 대상이 되는 인체측정기는 직접측정에 사용되는 인체측정기와 3D 측정기를 말하며 이를 통하여 재현성과 반복성에 대한 평가를 실시한다. 측정자가 인체측정기 사용방법과 기준점 설정, 인체측정 방법에 대한 동일한 교육을 받고 실제 측정에 임하기에 앞서 충분한 연습을 실시한다. 모든 준비를 완료한 후 1명의 피 실험자에 대하여 다수의 측정자가 인체측정 항목을 각각 10회 반복 측정한 데이터를 수집한다. 얻어진 데이터는 통계프로그램 SPSS 10.0을 사용하여 인체측정 항목들에 대한 변동량을 분석하여 반복성을 평가하고 측정자들에 대한 변동량을 분석하여 재현성을 평가한다.

3.2 측정결과에 대한 신뢰성 평가

(1) 평균과 표준편차에 의한 이상데이터 검증

측정된 데이터는 항목별/연령별 평균과 표준편차에 의하여 그림 1에서 보는 바와 같이 평균으로부터 $\pm 3\sigma$ 이상 벗어난 값들을 이상데이터로 처리하여 개인별 타 신체치수와 비교하여 타당성

 NCSRD 국가참조표준센터	인체치수 참조표준	문서번호	ADQM-04
		제정번호	
	세부평가절차 및 기준	제정일자	2007.
		쪽	3 / 10

이 없는 데이터들은 원본과 대조하거나 삭제한다. 이러한 값들이 발생하는 경우는 대부분 측정 시 값은 잘못 읽거나 입력의 에러에 의해 일어난 것으로 추정한다(그림 1).

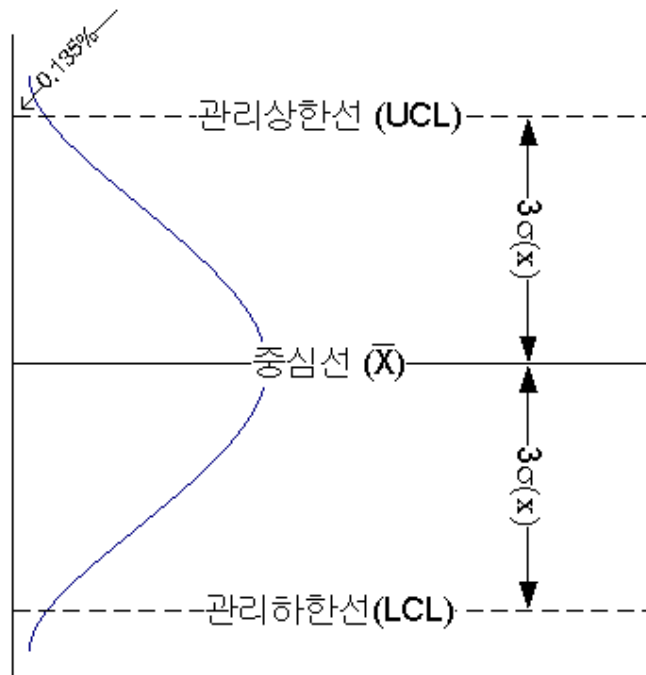


그림 1. 평균과 표준편차에 의한 이상데이터 검증

앞선 방식으로 이상데이터를 걸러낸 이후 데이터들은 모두 정상적인 데이터로 판단하기 쉬우나 측정항목간의 상호관계식에 의해 다시 검증한다. 예를 들어 눈높이와 키의 상관관계는 최소 50 mm 이상의 차이를 보이는 것이 정상적이나 오히려 눈높이가 키보다 더 크게 나타나든지, 그 차이가 미미한 경우 두 항목 중 하나는 이상데이터로 처리한다. 이 경우 타 항목을 예로 들면 눈높이와 키를 목뒤높이와 비교하여 두 항목 중 하나를 이상데이터로 처리한다. 이러한 방식은 논리적인 편집규칙으로서 어떤 변수들 간의 논리적인 관계를 검토함으로써 데이터의 오류 여부를 판정하도록 하는 편집 규칙이며 그 예가 아래 표에 나타나있다.


 국가참조표준센터	한국인 인체치수 참조표준	문서번호	ADQM-04
		제정번호	
	세부평가절차 및 기준	제정일자	2007.
		쪽	4 / 10

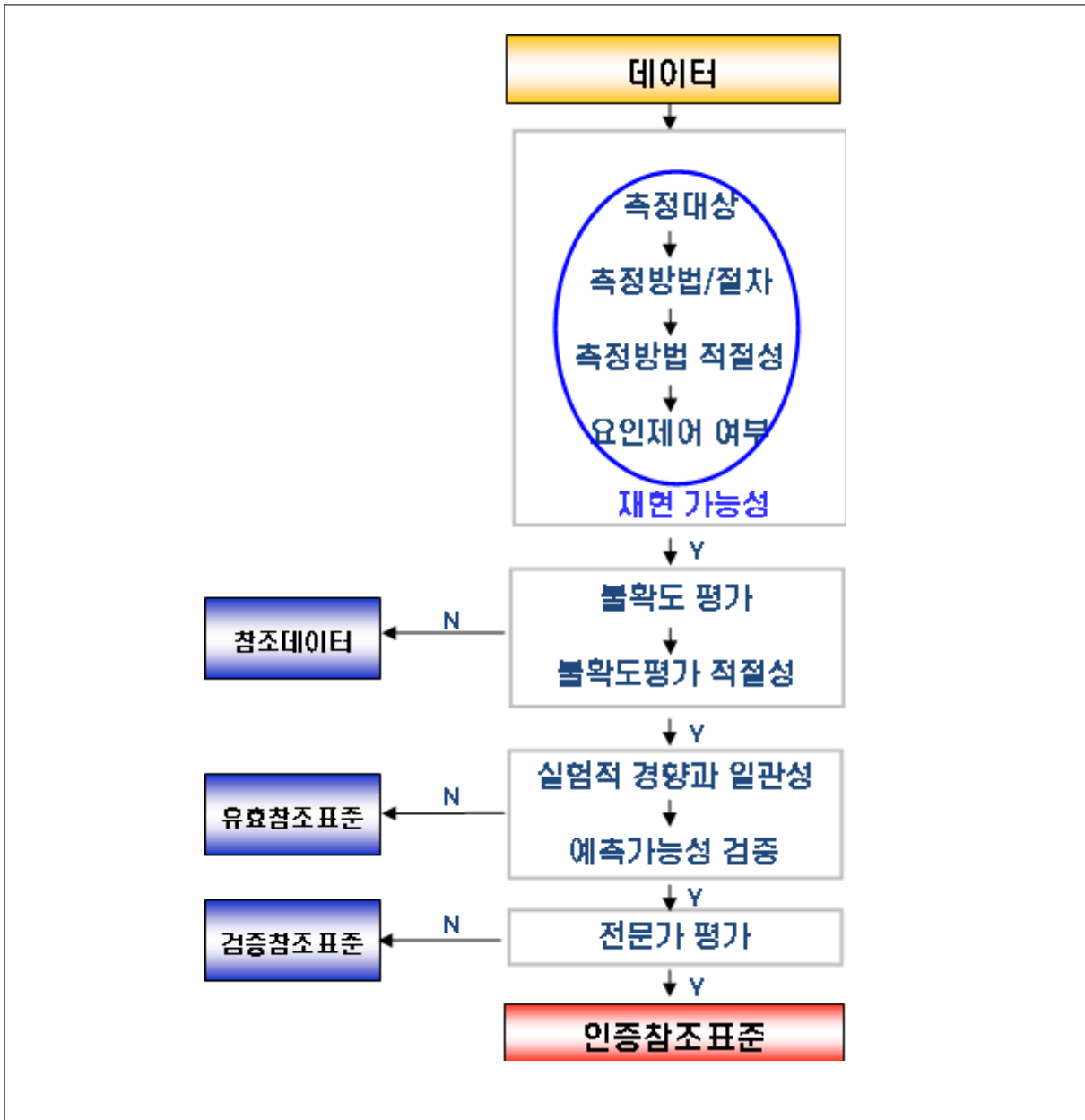
표 1. 편집규칙의 예

편집 규칙의 예
<ul style="list-style-type: none"> · 머리위로뺀주먹높이 - 키 > 0 · 키 - 눈높이 > 0 · 앞은키 - 앞은눈높이 > 0 · (키 - 눈높이) - (앞은키 - 앞은눈높이) = 0 · 눈높이 - 목뒤높이 > 0

논리적인 편집규칙에 맞지 않은 데이터의 경우 데이터 입력 시 소프트웨어 상에서 자동으로 오류메시지를 제공하여 이상데이터를 검증하기 때문에 따로 언급하지 않았다.

(2) 측정항목 중 주요 항목에 대한 신뢰도 분석 및 평가 기준

측정치의 신뢰성을 실증적으로 평가하기 위하여 여러 가지 방법이 사용되고 있으나 본 신뢰도 분석에서는 크론바하 알파(Cronbach's alpha)계수를 사용한다. 크론바하 알파계수는 내적일관성(internal consistency)을 평가에 사용된다. 내적 일관성은 다변량 표본을 대상으로 많은 항목으로 측정했을 때 그 항목들에 대한 일관성이나 동질성 정도를 측정하는 것으로 항목들 간의 상관관계(반분법)를 통해 평가되며 상관관계가 높을수록 내적일관성이 높고, 상관관계가 낮을수록 내적일관성이 낮다고 평가한다. 이 방법을 이용하여 해당 척도를 구성하고 있는 각 항목들의 신뢰성까지 평가할 수 있다. 크론바하 알파계수는 0~1 사이의 값을 가지며, 값이 높을수록 바람직하나 그에 대한 기준은 적용범위에 따라 다르므로 반드시 몇 점 이상의 기준은 없다. 일반적으로 0.8~0.9 사이 값이라면 신뢰도가 상당히 높다고 할 수 있고 0.7 이상이면 바람직하다고 평가하며 0.6 이상이면 수용할 정도 수준이고, 0.6 이하이면 내적일관성을 결여한 것으로 받아들여진다. 표 2은 참조데이터에 대한 평가 기준을 설명한 것이며 이는 ISO 15535에서 제시하는 일반적인 기준을 그대로 따르지만 측정환경의 온습도에 대한 경우, 규격에 명시되어 있지 않았으며 작업환경을 기준으로 가장 적합한 범위 내의 온도 및 습도로서 설정하였다. 표 3은 유효참조표준의 평가기준을 설명한 것으로 표에서 언급한 KS는 KS A 7004에 명시된 방법을 뜻한다. 표 4는 검증참조표준에 대한 평가기준을 설명하였으며 각각의 예를 들어 설명하였으며, 표 5는 인증참조표준에 대한 평가기준을 설명하고 있다.



<데이터 평가 절차>

 NCSRD 국가참조표준센터	한국인 인체치수 참조표준	문서번호	ADQM-04
		제정번호	
	세부평가절차 및 기준	제정일자	2007.
		쪽	6 / 10

표 2. 데이터 평가기준

평가항목	평가기준
측정방법의 신뢰성 평가	
피험자 임상정보	<ul style="list-style-type: none"> • 연령에 따른 구분 <ul style="list-style-type: none"> - 아기 : 0~18개월 미만(3개월 단위) - 어린이 : 2세~6세(1년 단위) - 학생/성인 : 7세~69세 (7~19세:1년단위, 20~39세:5년단위, 40~69세:10년단위) - 노인 : 70세 이상
기준점 설정	<ul style="list-style-type: none"> • 기준점의 지름은 측정부위 및 측정장비에 맞도록 선정
기기 정확성	<ul style="list-style-type: none"> • 유효숫자 <ul style="list-style-type: none"> - 선형이거나 원형인 대상을 측정하기 위한 측정기기 : 1 mm - 신체 질량을 측정하기 위한 기기 : 500 g • 불확도 산출 여부 • 교정 및 시험성적서 발급 여부
측정 환경	<ul style="list-style-type: none"> • 측정실 : 온도 : (21 ± 3) °C 습도 : (50 ± 20) %
측정방법의 신뢰도 (반복성 재현성)	<ul style="list-style-type: none"> • 측정자간의 변동 및 측정 항목간의 변동으로서 평가
측정결과에 대한 신뢰성 평가	
이상 데이터	<ul style="list-style-type: none"> • $\mu \pm 3\sigma$ 범위를 벗어나는 값들을 이상데이터로서 처리
크론바하 알파계수	<ul style="list-style-type: none"> • 0.6 이상


 국가참조표준센터	한국인 인체치수 참조표준	문서번호	ADQM-04
		제정번호	
	세부평가절차 및 기준	제정일자	2007.
		쪽	7 / 10

표 3. 유효참조표준 평가기준

1. 측정대상이 명확하게 명시되어 있는가?		
측정집단 명시	성별	예: 남성, 여성
	연령대별	예: 아기, 어린이, 학생/성인, 노인
측정항목 명시	예: 머리위로뺀은주먹높이, 키	
2. 측정방법 및 이론계산에 대한 설명 내용이 명시되어 있는가?		
인체 기준점 선정방법	신체 기준점 선정 방법을 명시되어있는지를 평가	
인체 측정치 측정방법	신체 측정치수 측정 방법을 명시되어있는지를 평가	
3. 측정방법의 불확도 평가 및 소급성을 유지하고 있는가?		
인체 측정치 불확도	인체 측정치에 대한 불확도를 올바르게 평가하고 있는가?	
인체치수 측정 불확도 평가의 소급성 유지	인체 측정 시 사용된 장비가 소급성을 유지하고 있는지를 평가	
4. 측정방법의 적절성 및 한계를 명기하고 있는가?		
인체 치수 측정방법	선정된 기준점을 이용한 측정방법이 KS A 7004에 명시된 방법을 준수하였는지를 평가	
인체 치수 장비의 장치 의존성	측정장비에 따라 측정치가 변할 수 있으므로 측정장비의 측정오차를 정확히 명기하였는지를 평가	
인체 치수 장비 데이터 분석의 신뢰성	측정결과 분석 시 분석자의 숙련도에 따라 결과가 달라질 수 있으므로 분석자의 숙련도나 신뢰성을 검증 받았는지를 평가	
측정방법의 윤리성	측정방법은 기관윤리심의위원회(Institutional Review Board: IRB)를 통과하였는가?	
5. 측정결과에 영향을 줄 수 있는 변수를 적절히 제어하고 있는가?		
인체 측정부위의 의존성	각 측정에 따른 측정치는 기준점의 랜드마크의 위치에 따라 변화하므로 기준점 부착부위를 정확히 표시하는지를 평가	
피 측정자의 내적/외적 환경의존성	인체 측정 항목은 피측정자의 자세 및 호흡조절, 측정자의 감각적 일관성에 따라 측정치가 변할 수 있으므로 이와 같은 환경요인을 제어하고 있는지를 평가	
피 측정자의 분류 집단 의존성	성별, 연령대별 및 특정직업군에 따라 인체 치수가 차이가 나므로 이러한 집단 별로 분류하여 통계처리 하는지를 평가	
측정자의 환경 의존성	첨부한 매뉴얼에 따른 교육을 충실히 수행하였으며 측정자의 피로도로 인한 영향을 제어하였는지를 평가	


 NCSRD 국가참조표준센터	한국인 인체치수 참조표준	문서번호	ADQM-04
		제정번호	
	세부평가절차 및 기준	제정일자	2007.
		쪽	8 / 10

표 3. 유효참조표준 평가기준(계속)

6. 데이터의 오차율 및 정확도 등의 제시 근거가 명시되어있는가?	
표본집단의 대표성	성별, 연령대별로 수집된 표본집단들은 각각의 모집단을 대표할 수 있는지를 평가
표본집단의 적정수	각 표본집단별 수집된 인체 측정값은 통계적으로 충분한 정규분포를 이루는지를 평가
인체치수의 불확도	인체 측정치의 불확도 산출근거가 명시되었는지를 평가
7. 제 3자에 의해 재현이 가능하도록 측정방법과 절차가 자세히 명기되었는가?	
측정방법 및 절차의 표준화	인체 기준점 선정위치, 인체치수 측정방법 및 절차 등의 표준화가 자세히 명기되었는지를 평가
반복성 및 재현성	측정방법의 반복성과 재현성을 평가하였는지?


 NCSRD 국가참조표준센터	한국인 인체치수 참조표준	문서번호	ADQM-04
		제정번호	
	세부평가절차 및 기준	제정일자	2007.
		쪽	9 / 10

표 4. 검증참조표준 평가기준

- 유효참조표준 평가기준에 적합하고 다음 사항에 추가로 만족하는 데이터

1. 다른 방법에 의해 얻어진 결과와 측정결과의 일관성이 있는가?	
다른 측정장비 결과와 일관성	직접측정 : 직접측정기를 사용하여 측정한 인체측정결과와 일관성이 있는지를 평가 3차원 측정기 : 동일 피측정자에 대하여 직접측정치 값과 3차원 측정값을 비교
2. 잘 알려진 법칙과 일치하는가?	
연령	예를 들어 30세 이후 집단에서 연령의 증가에 따라 몸무게가 증가하는지를 평가
몸무게	예를 들어 남성의 경우 모든 연령층에서 몸무게의 증가에 따라 엉덩이 둘레가 커지는지, 여성의 경우 18~24세, 40~59세의 연령층에서 몸무게의 증가에 따라 엉덩이 둘레가 커지며 25~39세, 60세 이상에서 몸무게의 증가에 따라 가슴둘레가 커지는지를 평가
키	예를 들어 남녀 0~18세까지의 연령대에서 키가 크면 앞은키도 커지는지를 평가, 노인 연령층의 키 변화가 나타나는 지를 평가
둘레	예를 들어 6~59세의 연령층에서 목둘레에 따라 허리둘레가 증가하는지를 평가
3. 잘 알려진 연관식과 모델링을 통한 데이터의 예측가능성을 검증하였는가?	
인체 치수의 예측성	연령에 따른 각 신체의 대표부위(키, 위앞엉덩이뼈가시높이, 가슴두께, 몸무게, 가슴둘레, 허리둘레, 엉덩이둘레, 팔길이, 앞은키, 머리둘레), 머리관련변수, 앞은키 관련변수, 둘레 관련 변수, 두께-너비 관련변수, 키-높이 관련 변수에 따른 상관관계분석을 통해 회귀 추정식을 구하고 이 회귀식을 새로운 측정집단에 적용하여 연령의 증가에 따라 인체 치수 변화의 예측 가능성을 검증하였는지를 평가

표 5. 인증참조표준 평가기준

- 검증 참조표준 평가기준에 적합하고 다음 사항에 추가로 만족하는 데이터

전문가 종합검토를 받았는지?
인체치수 측정 관련 전문가들의 종합평가를 받았는지를 평가

 NCSRD 국가참조표준센터	한국인 인체치수 참조표준	문서번호	ADQM-04
		제정번호	
	세부평가절차 및 기준	제정일자	2007.
		쪽	10 / 10

4. 관련문서

4.1 인체 측정 기준점 설정 및 측정방법: ADQM-02

4.2 인체 측정 기준점 선정 : ADQM-12

4.3 인체 측정 방법 : ADQM-12

4.4 불확도 추정 절차 : ADQM-13

[부록]

한국인 인체치수 데이터 불확도 평가

1. 목 적

본 절차서는 국가참조표준센터가 지정한 인체치수 데이터 센터 업무 수행 시 발생하는 불확도 추정의 세부절차를 정함을 목적으로 한다.

2. 적용범위

본 절차서는 국가참조표준센터가 지정한 인체치수 데이터 센터 업무 수행 시 발생하는 불확도 추정의 세부절차를 위한 활동에 적용한다.

3. 불확도 추정 절차

3.1 불확도 평가와 표현절차

불확도의 추정은 측정 장비에 관련된 불확도 추정과 인체치수에 관련된 불확도 추정으로 나누어진다. 측정장비에 관련된 불확도의 추정은 직접 측정 장비 및 3차원 측정기에 대한 불확도의 추정을 의미한다. 인체치수에 관련된 불확도의 추정은 측정자간의 변동을 고려한 반복측정에 의한 불확도 추정을 의미한다. 불확도의 추정은 한국표준과학연구원의 측정불확도 평가와 표현지침을 따르며 불확도 평가와 표현절차는 그림 1과 같다.



그림 1. 불확도 평가와 표현절차

측정결과를 문서로 나타낼 때에는 측정불확도에 대한 정보를 포함시켜야 한다. 불확도는 ISO의 “측정불확도 표현지침”을 기반으로 적성된 아래의 평가와 보고지침에 따라 평가되고 표현되어야 한다.

- 문서 : 교육교재, 교정/시험/표준물질생산절차서, 교정/시험성적서, 표준물질 인증서
- 정보포함 범위
 - 교육교재, 절차서 : 불확도 평가와 표현에 관련된 가능한 모든 정보
 - 성적서 및 인증서 : 사용자가 필요하다고 생각되는(요구하는) 모든 정보

측정도구의 측정불확도 평가와 보고는 측정의 목적, 방법 및 가정에 대하여 서술한 다음, 아래의 예와 같이 불확도를 평가하고 보고한다.

- 목적 : 접시의 지름 측정
- 방법 : 한 방향의 지름만 5회 측정
- 가정
 - 측정기(자)의 보정값 + 0.1 cm
 - 측정기(자)의 불확도 0.4 cm ($k=2$, 정규분포, 신뢰수준 95.5%)
 - 접시의 타원도 0.97 이상, 즉 $D_{\min}/D_{\max} \geq 0.97$
 - 자의 분해능 0.1 cm

(1) 측정의 수학적 모델 설정

측정결과에 영향을 주는 입력량을 모두 고려하여 측정방법에 부합하고 요구되는 정확도 수준에 맞는 모델을 설정한다. 모델에 포함된 각 입력량에 대해 설명한다.

$$d=x+c$$

직접 측정의 경우, 측정도구는 길이와 무게를 측정하는 도구가 있다. d 는 측정도구의 입력량이며, x 는 측정된 길이 혹은 무게, c 는 측정도구에 대한 교정/시험성적서에 기록된 보정값이 된다.

(2) 합성표준불확도 관계식 유도

불확도 전파법칙에 따라 수학적 모델로부터 각 입력량의 상관관계를 고려하여 합성표준불확도 관계식을 유도한다. 한 입력량에 여러 개의 불확도 성분이 존재하는 경우에는 불확도 성분들을 합성하여 그 입력량의 표준불확도로 사용한다.

$$u_c(d) = \sqrt{[c_1 u(x)]^2 + [c_2 u(c)]^2}$$

이때 $u_c(d)$ = 합성표준불확도

$u(x)$ = 측정도구로 측정된 결과의 표준불확도

$u(c)$ = 보정값의 표준불확도

c_1, c_2 = 감도계수

(3) 표준불확도 산출

표준불확도의 산출 절차는 한국표준과학연구원의 측정불확도 평가와 표현지침을 따르며 측정 횟수는 최소 5회 이상으로 한다. 교정/시험성적서가 없는 경우 표준불확도를 A형 평가, 즉 일련의 관측값을 통계적으로 분석하여 산출하며 교정/시험성적서가 있는 경우 B형 평가를 통해 산출한다.

(4) 합성표준불확도 계산

불확도 관계식에 각 감도계수 및 표준불확도의 값을 대입하여 합성 표준불확도를 구한다.

(5) 불확도 총괄표 작성

각 불확도 성분의 표준불확도, 확률분포, 감도계수, 불확도 기여량 및 자유도, 그리고 합성 표준불확도를 나타낸 총괄표를 작성한다.

(6) 확장 불확도 계산

측정결과의 확률분포가 정규분포 또는 유효자유도가 10보다 큰 t 분포인 경우에는 관례에 따라 포함인자 2를 합성 표준불확도에 곱하여 확장불확도 (신뢰수준 95 %로 보고)를 구한다. 그 외의 경우에는 해당하는 확률분포에 따라 신뢰수준 95 %에서의 포함인자를 구하여 합성표준불확도에 곱한다. 여기서 신뢰수준은 “포함확률(coverage probability)” 또는 구간에 대한 “신뢰의 수준(level of confidence)”을 의미한다.

(7) 불확도 보고

불확도는 확장불확도를 신뢰수준, 확률분포 및 포함인자와 함께 보고한다. 그러나 관습적인 경우 상호합의된 경우에는 합성 표준불확도로 보고할 수 있다. 불확도의 유효자리수는 두 개 이하로 하며, 한 개로 하는 경우에는 그 아랫자리에서 올림을 하고, 두 개로 하는 경우에는 그 아랫자리에서 반올림을 한다.

3.2 측정 도구

(1) 직접 측정도구의 불확도 추정

직접 측정 도구의 정밀도는 레이저 간섭계를 사용하여 시험할 수 있다. 피 시험기기의 눈금값과 피 시험기기의 눈금값에 해당하는 거리를 기준기를 이용하여 반복 측정한다. 그리고 측정값 간의 차이를 계산한다. 계산된 값의 평균치를 통하여 다른 측정 도구와 비교/분석 할 수 있으며 이때 얻어진 표준편차 σ 를 이용하여 B형 불확도를 추정한다. 합성 표준불확도는 기준기의 표준불확도를 더하여 구할 수 있다. 확장불확도의 계산은 측정결과의 확률분포가 정규분포 또는 유효자유도가 10보다 큰 것을 알 수 있기 때문에 관례에 따라 포함인자 2를 합성 표준불확도에 곱하여 확장불확도를 구한다(신뢰수준 95%). 일련의 과정을 종합하여 불확도 평가 및 표현절차에 따라 불확도를 보고하여야 한다.

이에 대한 예시로 인체 측정도구 SIBER HEGNER (S.H. -스위스), TSUTSUMI (TTM -일본)에 대하여 한국표준과학연구원 기반표준부에서 측정도구의 정밀도를 검증 하였으며 결과는 다음과 같으며 <생산/수집 절차서>에 명시되어 있다.

- 시험도구 (인체 측정도구)
 - SIBER HEGNER (S.H. - 스위스)
 - TSUTSUMI (TTM - 일본)
- 시험환경
 - 온도 : $(20 \pm 0.5) \text{ }^\circ\text{C}$
 - 습도 : $(50 \pm 0.5) \% \text{ R.H.}$
- 시험방법
 - 레이저 간섭계 사용하여 시험
 - 제작회사 및 모델명 : HP5519A
 - 불확도 : $(0.1 + L/10000) \mu\text{m}$, L : mm
($k=2$, 신뢰수준 약 95%, 정규분포)

• 시험결과

표 1. 인체측정도구 정밀도-S.H.(스위스)

표 2. 인체측정도구 정밀도-TTM (일본)

- * 눈금값 : 피 시험기기의 눈금값
- * 측정값 : 피 시험기기의 눈금값에 해당하는 거리를 기준으로 측정한 값
- * 확장불확도 : 0.07 mm (k=2, 신뢰수준 약 95%, 정규분포)

▶ SIBER HEGNER (S.H. -스위스), TSUTSUMI (TTM -일본) 비교 분석
 상기의 정밀도 시험 절차를 통해 인체 측정도구 SIBER HEGNER (S.H. -스위스), TSUTSUMI (TTM -일본)의 정밀도를 비교 해 본 결과, SIBER HEGNER (S.H. -스위스) 인체 측정 도구는 각각 구간별 치수 차이에 대한 평균치는 0.1 cm이며, TSUTSUMI (TTM -일본) 인체 측정 도구는 각각 구간별 치수 차이에 대한 평균치는 0.05 cm으로 나타났다. 따라서 TSUTSUMI (TTM -일본) 인체측정 도구가 SIBER HEGNER (S.H. -스위스) 보다 각 구간별 정확도가 높게 나타났다(표 2).

[표 3] 인체측정도구의 정밀도 비교

구분	Min.	Max.	Mean	S.D.
S.H.	0.01	0.12	0.10	0.03
TTM	0.02	0.08	0.05	0.01

(3) 3차원 측정도구의 불확도 추정

가. Sphere

3차원 측정도구는 Sphere과 Ball bar를 이용하여 불확도를 추정할 수 있다. Sphere는 표준구로서 직경 120 mm 로서 재질은 Steel 이며 표면은 TiN으로 처리되어야 한다. 그리고 표준 불확도가 보고된 국가 교정기관의 교정/시험 성적서를 보유하고 있어야 한다.

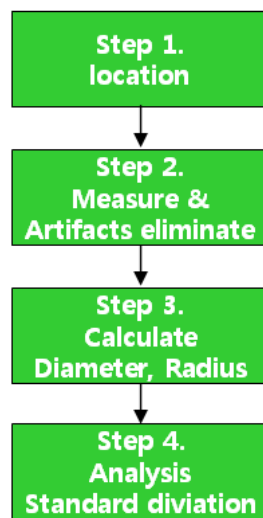


그림 3. Sphere를 이용한 불확도 추정

1단계는 측정 가능한 공간으로부터 다섯 군데에서 측정한다. 측정 위치는 center, top-left, top-right, bottom-left, bottom-right 로서 아래 그림과 같다.

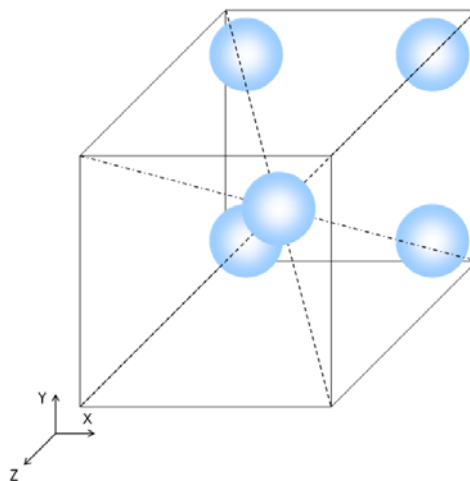


그림 4. Sphere의 배치

2단계에서는 최소 5회 이상의 측정을 실시하며 측정 완료 후 표준구의 고정을 위한 보조도구를 측정 결과에서 결과에 영향을 미치지 않는 불필요한 부분을 삭제하는 것이다. 3단계는 각각의 위치에서 측정된 표준구의 3차원 측정 결과에 마우스로 클릭하여 기준점을 정하며 원의 방정식을 이용하여 표준구의 중심점과 지름을 구하며 중심점과 기준점으로부터 최소 10개 이상의 반지름을 구하는 것이다. 4단계에서는 3차원 측정 결과로 얻은 지름(D_{mea})과 공인된 교정/시험기관으로부터 표준 불확도가 산출된 CMM(Coordinate Measurement Machine)을 이용하여 구한 측정치(D_{cal})과의 차이($P_s, P_s = D_{mea} - D_{cal}$)를 구하며 중심점과 기준점으로부터 얻어진 각각의 반지름의 최대값(R_{max})과 최소값(R_{min})을 이용하여 범위($P_{FS}, P_{FP} = R_{max} - R_{min}$)를 구한다. 각각의 결과에서 얻어진 평균치와 표준편차 σ^2 은 B형 불확도가 되며 합성 표준불확도는 표준구의 표준불확도와 CMM의 표준불확도를 더하여 구할 수 있다. 확장불확도의 계산은 측정결과의 확률분포가 정규분포 또는 유효자유도가 10보다 큰 것을 알 수 있기 때문에 관례에 따라 포함인자 2를 합성 표준불확도에 곱하여 확장불확도를 구한다(신뢰수준 95%). 일련의 과정을 종합하여 불확도 평가 및 표현절차에 따라 불확도를 보고하여야 한다.

나. Ball bar

Ball bar는 직경 50 mm이고 재질은 Steel, 표면이 TiN으로 처리된 Ball 2개를 막대 Bar로 연결하여 만든다. 불확도 추정에 필요한 Ball bar는 7개 이다. Ball bar를 이용하여 3차원 측정 장비의 불확도를 추정하기 위한 절차는 아래 그림과 같다.

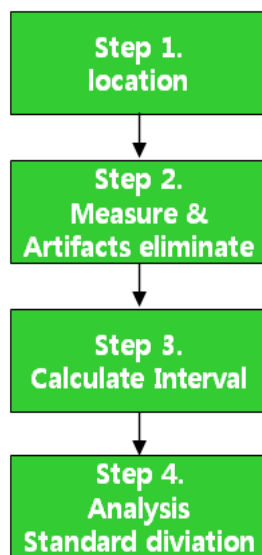


그림 5. Ball bar를 이용한 불확도 추정

1단계는 측정 가능한 공간으로부터 겹치지 않게 7개의 Ball bar를 배치한다. 배치된 Ball bar는 그림 6에 나타나 있다.

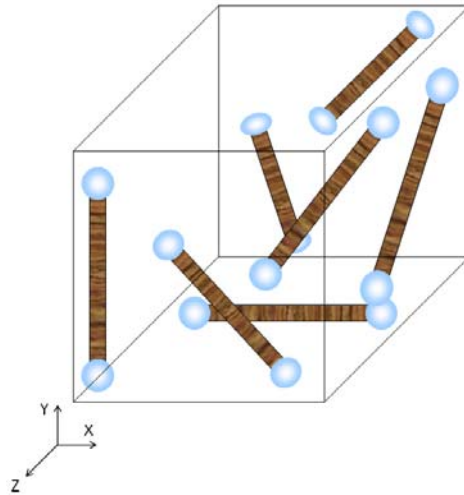


그림 6. Ball bar의 배치

2단계에서는 최소 5회 이상의 측정을 실시하며 측정 완료 후 표준구의 고정을 위한 보조도구를 측정 결과에서 결과에 영향을 미치지 않는 불필요한 부분을 삭제하는 것이다. 3단계는 측정 결과에 마우스로 클릭하여 기준점을 정하며 ball bar의 양 끝에 있는 ball의 중심점을 구하고, 중심점 사이의 간격(interval)을 구한다. 4단계에서는 3차원 측정 결과로 얻은 간격(L_{mea})과 공인된 교정/시험기관으로부터 표준 불확도가 산출된 CMM을 이용하여 측정된 간격(L_{cal})과의 차이(E_s , $E_s=L_{mea}-L_{cal}$)를 구한다.

결과의 표준편차 σ 은 B형 불확도가 되며 합성 표준불확도는 CMM의 표준불확도를 더하여 구할 수 있다. 확장불확도의 계산은 측정결과의 확률분포가 정규분포 또는 유효자유도가 10보다 큰 것을 알 수 있기 때문에 관계에 따라 포함인자 2를 합성 표준불확도에 곱하여 확장불확도를 구한다(신뢰수준 95%). 일련의 과정을 종합하여 불확도 평가 및 표현절차에 따라 불확도를 보고하여야 한다.

3.3 반복측정에 의한 불확도 추정

(1) 직접 측정에서의 불확도 추정

기준점 표시자는 기준점 리스트에 따라 피 측정자의 몸에 landmarking을 하게 된다. 만일 landmarking이 정확히 실시되지 않으며 피 측정자로부터 얻어진 데이터는 유효하지 않은 데이터가 된다. landmarking을 이용한 불확도 추정은 아래 그림과 같다.

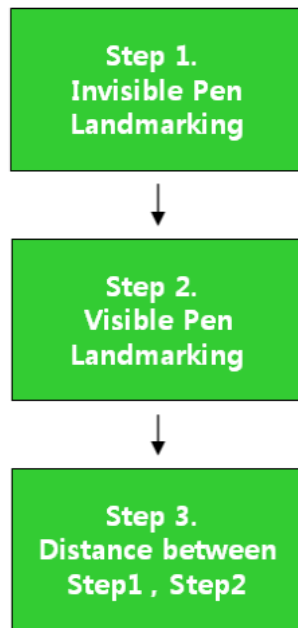


그림 7. 직접측정에서의 불확도 추정

1단계는 invisible pen을 이용하여 피 측정자의 몸에 landmarking을 하는 것이다. invisible pen은 UV(자외선) 빛을 이용하여 그 위치를 직접 확인 가능하다. 단, UV 빛의 사용 시 측정자와 피 측정자의 안전을 위해 안전용 고글을 반드시 착용해야 한다. 2단계는 의료용 사인펜을 이용하여 피 측정자의 몸에 landmarking을 하는 것이다. 3단계는 1단계에서 선정된 기준점과 2단계에서 선정된 기준점 사이의 거리를 구하는 것이다.

불확도의 추정은 A형 불확도를 산출한다. 만일 6명의 측정자가 6명의 피 측정자를 측정하였다면 각각의 기준점에 대하여 36회 측정한 결과를 얻게 된다. 결과의 표준편차 σ 은 A형 불확도가 되며 합성 표준불확도는 측정에 사용된 측정도구의 표준불확도를 더하여 구할 수 있다. 확장불확도의 계산은 측정결과의 확률분포가 정규분포 또는 유효자유도가 10보다 큰 것을 알 수 있기 때문에 관례에 따라 포함인자 2를 합성 표준불확도에 곱하여 확장불확도를 구한다(신뢰수준 95%). 일련의 과정을 종합하여 불확도 평가 및 표현절차에 따라 불확도를 보고하여야 한다.

(2) 3차원 측정기에서의 불확도 추정

3차원 인체측정은 기준점을 화면상에서 직접 클릭하여 측정결과를 얻어내는 수동측정 방법과 인체의 특징적인 기준점을 자동 인식하여 자동으로 측정 결과치를 얻어내는 자동측정 방법이 있다. 자동측정 방법은 기준점이 정확히 인식되지 않은 경우가 많아 자동측정 방법에서 얻어진 기준점을 수동으로 재조정하거나 새로 생성하는 방법을 채택하고 있는 것이 대부분이다. 수동측정 방법은 측정 전 피 측정자의 몸 등에 미리 표시해 둔 기준점을 클릭하기 때문에 화면상의

기준점의 중앙을 얼마나 정확히 클릭하는가를 통해 변동이 발생하게 된다.

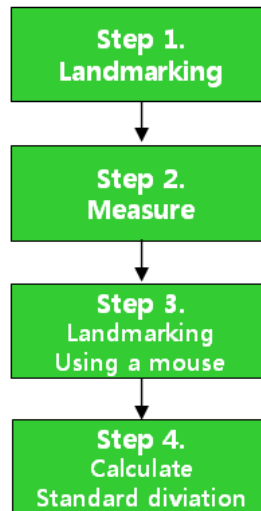


그림 8. 3차원 측정에서의 불확도 추정

불확도 추정을 위한 실험 절차는 4단계로 구성한다. 1단계에서는 기준점 표시자가 기준점을 미리 선정하여 landmarking 한다. 2단계는 3차원 인체측정을 실시하는 것이다. 3단계는 자동 측정 방법에서 얻어진 기준점을 수동으로 재조정하여 기준점 선정을 마치는 것이다. 4단계에서는 선정된 기준점을 통해 얻어진 인체측정치 값을 비교하여 표준편차 σ 을 구한다.

불확도의 추정은 A형 불확도를 산출한다. 측정자들이 구한 인체측정치 값에 대한 표준편차 σ 은 A형 불확도가 되며 합성 표준불확도는 측정에 사용된 측정도구의 표준불확도를 더하여 구할 수 있다. 확장불확도의 계산은 측정결과의 확률분포가 정규분포 또는 유효자유도가 10보다 큰 것을 알 수 있기 때문에 관례에 따라 포함인자 2를 합성 표준불확도에 곱하여 확장불확도를 구한다(신뢰수준 95%). 일련의 과정을 종합하여 불확도 평가 및 표현절차에 따라 불확도를 보고하여야 한다.

4. 관련문서

4.1 생산/수집 절차서 : ADQM-02

4.2 직접 측정기 시험성적서 : ADQM-12

세 부 평 가 결 과 서 (키 예)

(1) 쪽 중 (1) 쪽

① 데이터형태	표	√	② 평가번호 GL-2009-03-01							
	그림		③ 평가자 박세진							
④ 측정대상	성별	남성			⑤ 측정방법	인체기준점선정 방법		KS A 7004		
	연령대	20~24세				인체측정치 측정방법		직접측정		
	측정항목	키			⑥ 소급성	측정장비 교정여부		있음		
	평균(mm)	1734				불확도 평가		A형, B형		
	표준편차(mm)	55.7								
	백분위수	1th	5th	10th	25th	50th	75th	90th	95th	99th
	값(mm)	1609	1638	1659	1702	1737	1772	1800	1829	1848
⑦ 비교데이터	있음	자료출처			한국표준과학연구원, 기술표준원					
	없음	전문가 검증								
등급분류(일치도)	A: 81-100 %, B: 61-80 %, C: 41-60 %, D: 21-40 %, E: 0-20%									
⑧ 예측성/일관성	이론적 예측값	있음			일관성 (등급) A					
		없음								
⑨ 종합평가	평가자 평가	<input type="checkbox"/> 기각 <input type="checkbox"/> 참조 <input type="checkbox"/> 유효 <input checked="" type="checkbox"/> 검증 <input type="checkbox"/> 인증								
	전문가 평가	평가			<input type="checkbox"/> 기각 <input type="checkbox"/> 참조 <input type="checkbox"/> 유효 <input checked="" type="checkbox"/> 검증 <input type="checkbox"/> 인증					
		의견			평가 절차에 따라 평가가 잘 이루어 졌음					
평가결과										
본 데이터는 상기와 같은 이유로 (검증참조표준) 등급으로 평가함.										
첨부문서 : 평가의견서										
평가결과는 상기 데이터에 한하여 유효하며, 인체치수 참조표준 책임자의 허락 없이 수정 또는 재발행 할 수 없음.										
2009 년 월 일										
검사책임자: 직 책(급) <u>책임연구원</u> , 성 명 <u>박세진</u> 서 명 _____										
인체치수 참조표준 개발 책임자								인		
대전광역시 유성구 가정로 209번지, Tel: 042) 868-5450, Fax: 042)868-5455										