

Volume 1
2017

InBody

전문가를 위한 인바디 사용법
측정시 주의사항

머리말

건강이 트렌드가 되어감에 따라 인바디를 사용하는 고객층도 점점 다양해지고 이제는 어디서나 쉽게 인바디 검사를 할 수 있게 되었습니다.

인바디를 비롯한 모든 BIA(Bioelectrical Impedance Analysis, 생체전기임피던스법)를 이용하는 장비는 인체에 미세한 전류를 통과시켜 측정된 임피던스를 통해 “체수분량”을 측정합니다. 그렇기 때문에 인체에 일시적으로 나타난 변화로 인해 체성분 측정결과에 오차가 발생하기도 합니다. 그리하여 인바디 검사 시 피검자가 지켜야 할 주의사항, 측정 시 피검자의 자세, 주위환경 등에 상당한 주의를 요하지만 대중적으로 누구나 쉽게 사용할 수 있게 된 만큼 이러한 부분을 간과한 채 사용하는 사용자들이 많습니다.

인바디는 기본적으로 검진에 쓰이는 의료장비입니다. 정확한 혈액 검사를 위해서는 당일 공복이어야 한다는 조건이 있듯이 이와 마찬가지로 인바디도 정확한 측정을 위해서는 여러 가지 조건이 필수적입니다.

본 자료는 이러한 인바디를 사용함에 있어 여러 가지 측정 시 주의사항을 왜 지켜야 하는지에 대한 이해를 도모하기 위해 당사에서 자체적으로 실험을 하고 이를 증명한 자료입니다. 인바디를 처음 사용하시는 분 뿐만 아니라 인바디를 오랫동안 사용하신 분들이 평소 자주 실수하는 주의사항들을 모아 정리한 것으로 각 사례별로 주의사항을 지켜야 하는 이유에 대해 조사하고 실험을 통해 결과를 직접 확인해보는 내용으로 구성하였습니다. 이 자료를 통해 BIA 장비인 인바디의 기본원리를 이해하고 앞으로 인바디를 사용하는데 있어 실질적으로 도움이 되는 자료가 되었으면 합니다.

감사합니다.

제 작 ㈜인바디 연구소 임상팀
서울시 강남구 논현로 2길 54
02-501-3939
kej@inbody.com

목 차

1.	인바디 검사는 거드랑이가 붙지 않도록 팔을 벌리고 측정해야 한다.	----- 2
2.	인바디 검사는 반드시 팔을 곧게 펴고 측정해야 한다.	----- 3
3.	인바디 검사는 반드시 맨발로 측정해야 한다.	----- 4
4.	인바디 검사는 운동 전에 측정해야 한다.	----- 5
5.	인바디 검사는 샤워 또는 목욕 전에 측정해야 한다.	----- 6
6.	인바디 검사는 체온변화가 나타나지 않도록 상온에서 측정해야 한다.	----- 7
7.	인바디 검사는 공복상태로 측정해야 한다.	----- 8
8.	인바디 검사는 화장실을 다녀온 후 측정해야 한다.	----- 9
9.	정확한 인바디 검사를 위해서는 월경주기를 피해야 한다.	----- 10
10.	신장과 체중이 달라지면 체성분 측정값도 달라진다.	----- 11
11.	자기 전과 기상 후의 체지방률이 다른 이유?	----- 12

1. 인바디 검사는 거드랑이가 붙지 않도록 팔을 벌리고 측정해야 한다.

인바디를 비롯한 체성분분석기는 BIA 기술을 이용하여 체성분을 분석한다. BIA 기술은 기본적으로 인체를 원기둥으로 가정하여 임피던스를 측정하는 방법으로 인바디는 인체를 오른팔, 왼팔, 몸통, 오른다리, 왼다리 5개의 원기둥으로 나누고 부위별로 임피던스를 측정한다.¹⁾

임피던스는 전류가 흐를 때의 저항인데 저항은 길이와 단면적의 영향을 받기 때문에 모양이 반듯한 원기둥에 전류가 흐를 때와 모양이 구부러진 원기둥에 전류가 흐를 때에 그 저항값은 달라진다. 이는 전류가 가장 짧은 곳을 따라 흐르려는 성질 때문으로²⁾ 예를 들어 상의를 탈의하거나 민소매 티셔츠를 입은 후 팔을 제대로 벌리지 않으면 거드랑이가 붙게 되어 상체 임피던스가 감소하며, 반대로 짧은 반바지를 입어 양쪽 허벅지가 붙었을 경우에는 하체 임피던스가 감소하게 된다. 이러한 임피던스의 변화는 결국 체성분 측정값의 오차를 가져오게 되므로 정확한 체성분을 검사하기 위해서는 측정 시 팔과 다리를 곧게 편 채 거드랑이와 허벅지가 붙지 않도록

적당히 벌려야 한다.

실제 20대 남녀 6명(M=4, F=2)을 대상으로 팔 벌린 각도(남성)와 다리 벌린 각도(여성)에 따른 체지방률 변화를 관찰한 결과, 팔을 벌린 각도가 작을수록 거드랑이가 붙어 체지방률이 감소하였고 허벅지는 몸통 임피던스까지 영향을 미쳐 허벅지가 붙었을 경우에는 오히려 체지방률이 증가하였다.

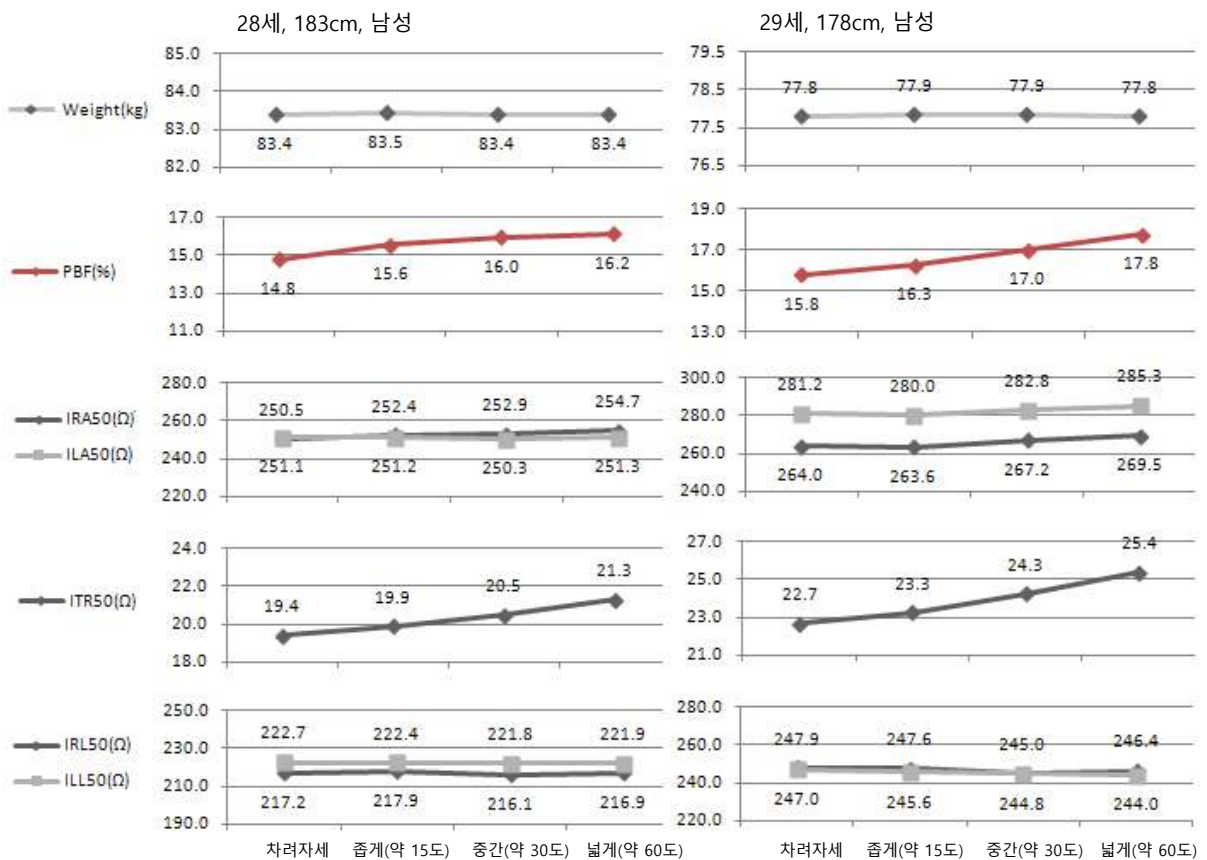


▲ 올바른 자세(O)



▲ 잘못된 자세(X)

<팔 벌림 각도에 따른 체지방률 변화>



1) 차기철, 생체전기임피던스의 원리

2) Kushner RF, Gudivaka R, Schoeller DA. Clinical characteristics influencing bioelectrical impedance analysis measurement. *Am J Clin Nutr* 1996;64:423-427.

2. 인바디 검사는 반드시 팔을 곧게 펴고 측정해야 한다.

인바디를 비롯한 체성분분석기는 BIA 기술을 이용하여 체성분을 분석한다. BIA 기술은 기본적으로 인체를 원기둥으로 가정하여 임피던스를 측정하는 방법으로 인바디는 인체를 오른팔, 왼팔, 몸통, 오른다리, 왼다리 5개의 원기둥으로 나누고 부위별로 임피던스를 측정한다.¹⁾

임피던스는 전류가 흐를 때의 저항인데 저항은 길이와 단면적의 영향을 받기 때문에 모양이 반듯한 원기둥에 전류가 흐를 때와 모양이 구부러진 원기둥에 전류가 흐를 때에 그 저항 값은 달라진다. 이는 전류가 가장 짧은 곳을 따라 흐르려는 성질 때문으로²⁾ 예를 들어 팔을 구부리거나 다리를 구부린다면 전류가 지나는 도체의 길이가 줄어들어 부위별 임피던스는 감소하게 되며 이로 인해 결국 체지방률이 감소하게 된다.

실제 20대 남성 3명을 대상으로 팔을 구부리고 인바디 검사를 한 결과, 팔을 곧게 펴고 측정했을 때와 비교하여 상체 임피던스가 $-15\Omega \sim -34.6\Omega$ 감소하였고 이로 인해 체지방률이 $-1.3\% \sim -1.7\%$ 감소하

였다. 그러므로 정확한 인바디 검사를 위해서는 측정 시 팔과 다리를 곧게 편 상태로 측정해야 한다.

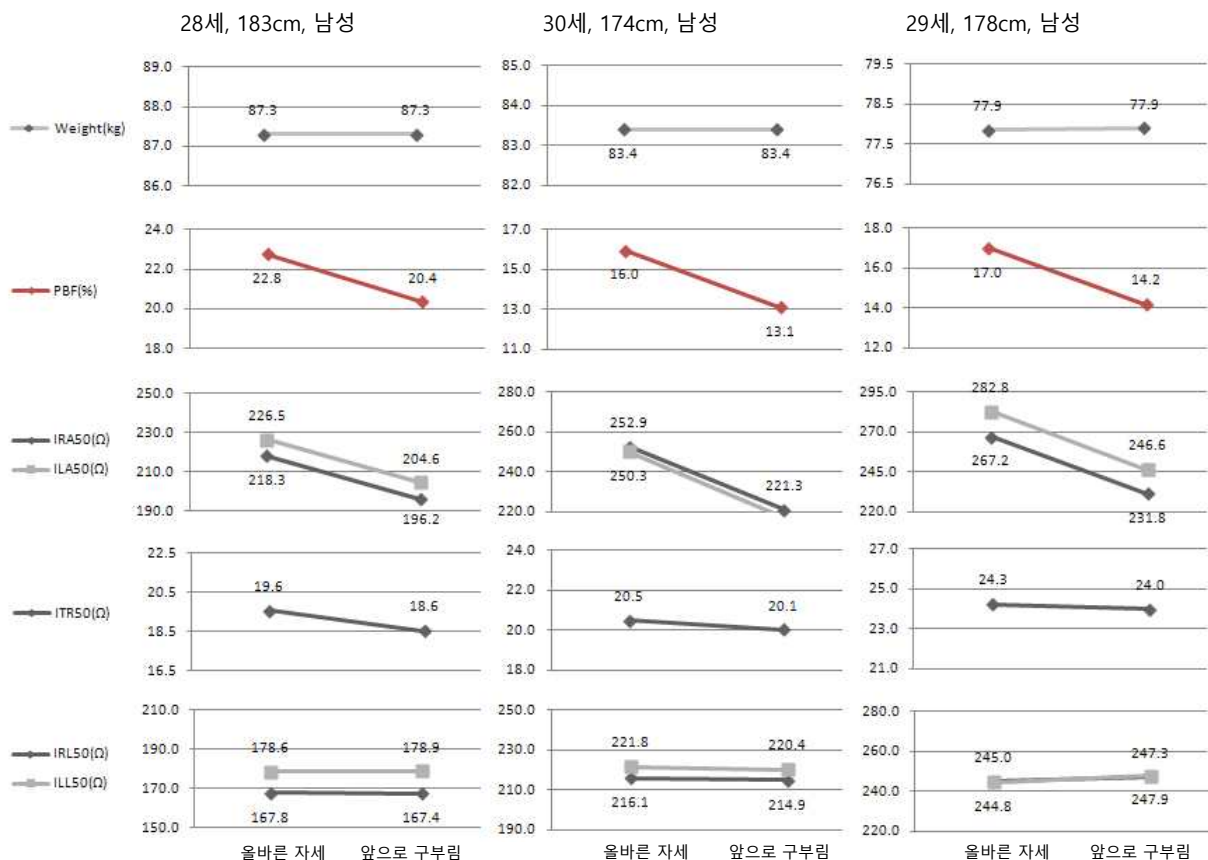


◀ 올바른 자세(O)



▲ 잘못된 자세(X)

<측정자세에 따른 체지방률 변화>



1) 차기철, 생체전기임피던스의 원리

2) Kushner RF, Gudivaka R, Schoeller DA. Clinical characteristics influencing bioelectrical impedance analysis measurement. *Am J Clin Nutr* 1996;64:423-427.

3. 인바디 검사는 반드시 맨발로 측정해야 한다.

인바디를 비롯한 체성분분석기는 BIA 기술을 이용하여 체성분을 분석한다. BIA 기술은 인체에 약한 교류전류를 통과시켜 체내 저항값(임피던스)을 측정하는 방법으로 인바디는 도체로 만들어진 전극에 손바닥과 발바닥을 직접 접촉시킴으로써 전기적 연결을 이루는 터치식 방법을 사용한다.¹⁾

이 때 전극과 피부 사이에 접촉저항이라는 것이 생기는데 접촉저항은 서로 접하고 있는 두 도체에 전류가 흐를 때 전류의 흐름을 방해하는 정도로 두 도체의 접촉상태가 좋지 않을수록 커진다. 또한 저항(임피던스)은 옴의 법칙(Ohm's law, $V=IR$)에 의해 도체에 흐르는 전류(I)와 가해진 전압(V)으로 구할 수 있으며 일반적으로 전류(I)는 접촉저항의 영향을 받는다. 그리하여 양말이나 스타킹을 신고 측정하면 접촉저항이 커져서 전류가 잘 통과하지 못하게 되고 이는 인체의 임피던스 값에 영향을 미쳐 결국 체성분 측정값의 오차를 가져오게 된다.

실제 20~30대 남녀 4명(M=2, F=2)이 양말(남성, 여성)과 2가지 종류의 스타킹(여성)을 신고 인바디 검

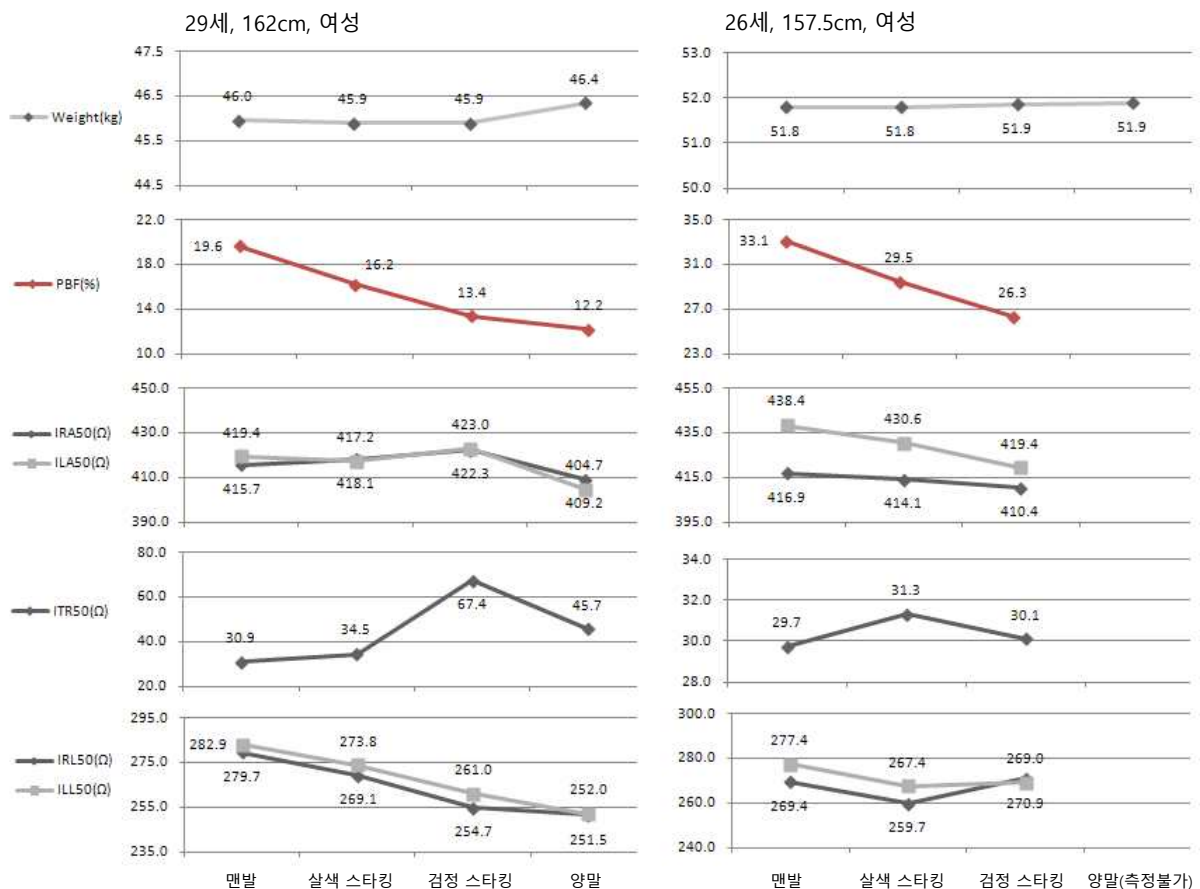
사를 한 결과, 맨발로 측정했을 때와 비교하여 다리 임피던스는 $-3\Omega \sim -47.9\Omega$ 감소, 몸통 임피던스는 $0.4\Omega \sim 65.7\Omega$ 증가하였으며 이로 인해 체지방률의 오차가 0.3% ~ 6.8% 발생하였다. 그러므로 정확한 인바디 검사를 위해서는 반드시 맨발로 측정해야 한다.



◀ 올바른 측정(O) : 맨발

▲ 잘못된 측정(X) : 스타킹, 양말

<스타킹, 양말 착용에 따른 체지방률 변화>



1) 차기철, 생체전기임피던스의 원리

4. 인바디 검사는 운동 전에 측정해야 한다.

운동을 하면 영양분을 빠르게 공급하고 노폐물을 제거하기 위하여 수분이 운동한 부위로 많이 분포하게 된다. 운동 후 운동한 부위가 빠진 이유는 이곳에 수분이 많이 모였음을 의미하는 것으로 운동으로 인한 부위별 체수분 분포의 변화는 BIA 기술에 있어서 측정오차를 가져오게 된다.

1993년에 발표된 논문에서는 20~40대 남성 30명을 대상으로 중간강도의 트레드밀을 타기 전, 운동 30분 직후, 휴식 1시간 후 전신 임피던스를 측정한 결과 운동 직후 피부온도가 1.3°C 증가하였고 임피던스는 운동 전 보다 15.6Ω 감소하였으며 휴식 1시간 후에는 피부온도와 임피던스 모두 운동 전의 상태로 되돌아 왔다.¹⁾ 일반적으로 온도가 상승하고 혈류량이 증가하면 근육저항성이 낮아지는데 운동을 하면 체온을 떨어뜨리기 위한 열 발산 과정에서 혈관 확장 및 피부온도와 혈류량 증가로 임피던스는 낮아진다.²⁾

실제 20~30대 성인 5명(M=2, F=3)이 중간강도의 상·하체(덤벨과 사이클) 운동을 30분 한 결과, 운동

직후 운동한 부위의 임피던스는 모두 감소하였으나 체지방률은 몸통 임피던스의 영향으로 증가하기도 하고 감소하기도 하였다. 또한 체온의 경우 휴식 1시간 후 대부분 안정상태로 돌아왔으나 체지방률은 1시간이 지나도 안정상태로 회복되지 않았으며 이는 동일한 운동을 하더라도 운동 수행능력에 따라 개인차가 있음을 보여준다. 즉, BIA 기술의 임피던스 측정법은 운동의 영향을 받으므로 오차를 줄이기 위해서는 운동 전에 측정하는 것이 좋다.

TABLE 2. ANOVA results for selected variables for preexercise (M₁), immediately post-exercise (M₂), and at 1-h postexercise (M₃).

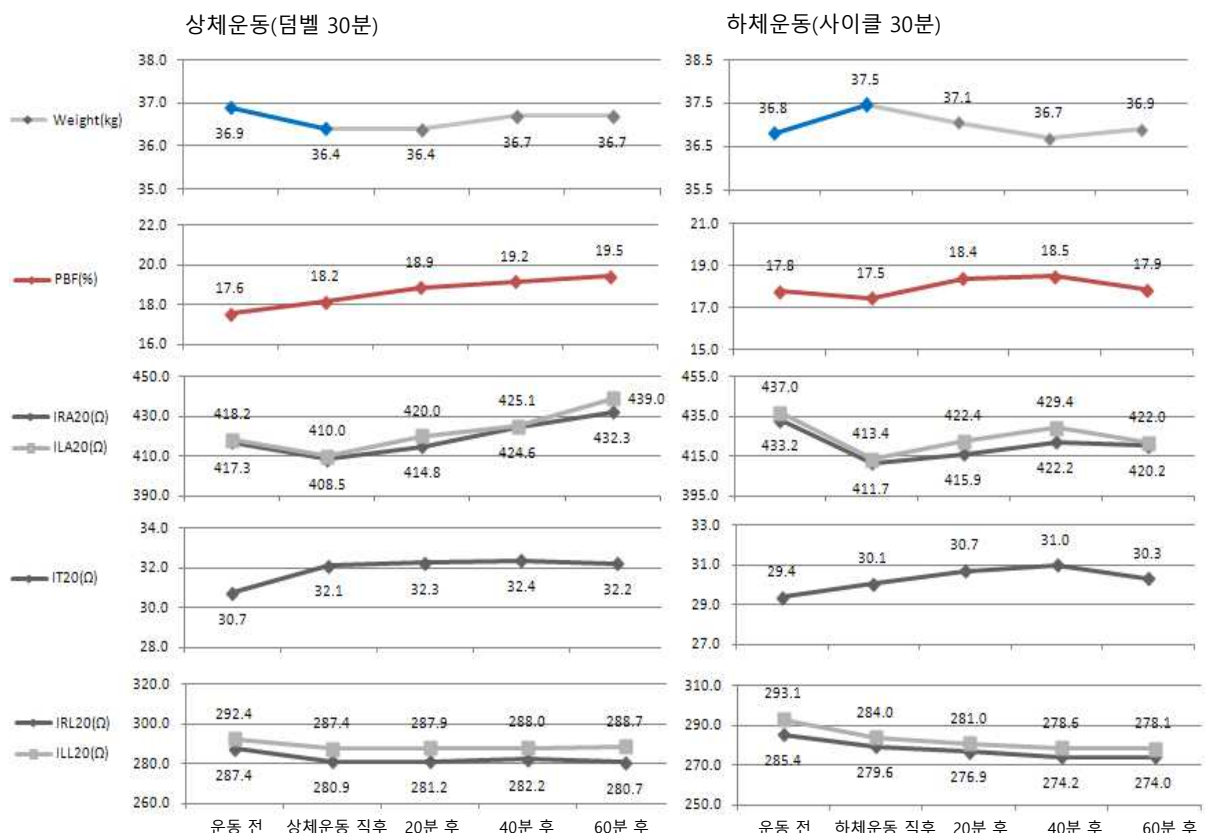
	M ₁ (N = 30)	M ₂ (N = 30)	M ₃ (N = 24)
Weight (kg)	76.5 (11.9)	75.5 (12.2)	75.9 (13.0)
Total body water (l)	41.5 (6.2)	42.5 (6.4)	41.6 (6.2)
Triceps skinfold (mm)	11.3 (5.1)	11.3 (5.3)	11.3 (5.3)
BIA measures			
R (Ω)	477.4 (71.9)	461.8 (69.8)	479.9 (67.0)
Xc (Ω)	57.1 (7.4)	52.7 (6.6) ^a	57.7 (7.1)
S ² /R	66.9 (13.2)	68.8 (13.8)	66.3 (13.1)
Skin temperature (°C)			
Biceps	31.4 (0.94)	32.5 (1.28) ^{a,b}	31.2 (1.05)
Thigh	30.4 (1.22)	32.1 (1.60) ^{a,b}	30.2 (1.26)
Calf	30.5 (1.11)	31.8 (1.30) ^{a,b}	30.4 (1.03)
Chest	31.6 (1.08)	33.1 (1.74) ^{a,b}	31.8 (1.51)
Mean	31.1 (0.78)	32.4 (1.21) ^{a,b}	31.0 (0.83)

Values are means (SD).

^a P < 0.05 between M₁ and M₂; ^b P < 0.05 between M₂ and M₃.

M₁: baseline value; M₂: immediately postexercise; M₃: at 1-h postexercise; R: resistance; Xc: reactance; S: stature; DSP: Doppler shift per photon.

<29세, 162cm, 여성의 운동 전후 체지방률 변화>



1) Liang MY, Norris S. Effects of skin blood flow and temperature on bioelectric impedance after exercise. *Med Sci Sports Exercise* 1993;25:1231-9.

2) Kushner RF, Gudivaka R, Schoeller DA. Clinical characteristics influencing bioelectrical impedance analysis measurement. *Am J Clin Nutr* 1996;64(suppl):423-427.

5. 인바디 검사는 샤워 또는 목욕 전에 측정해야 한다.

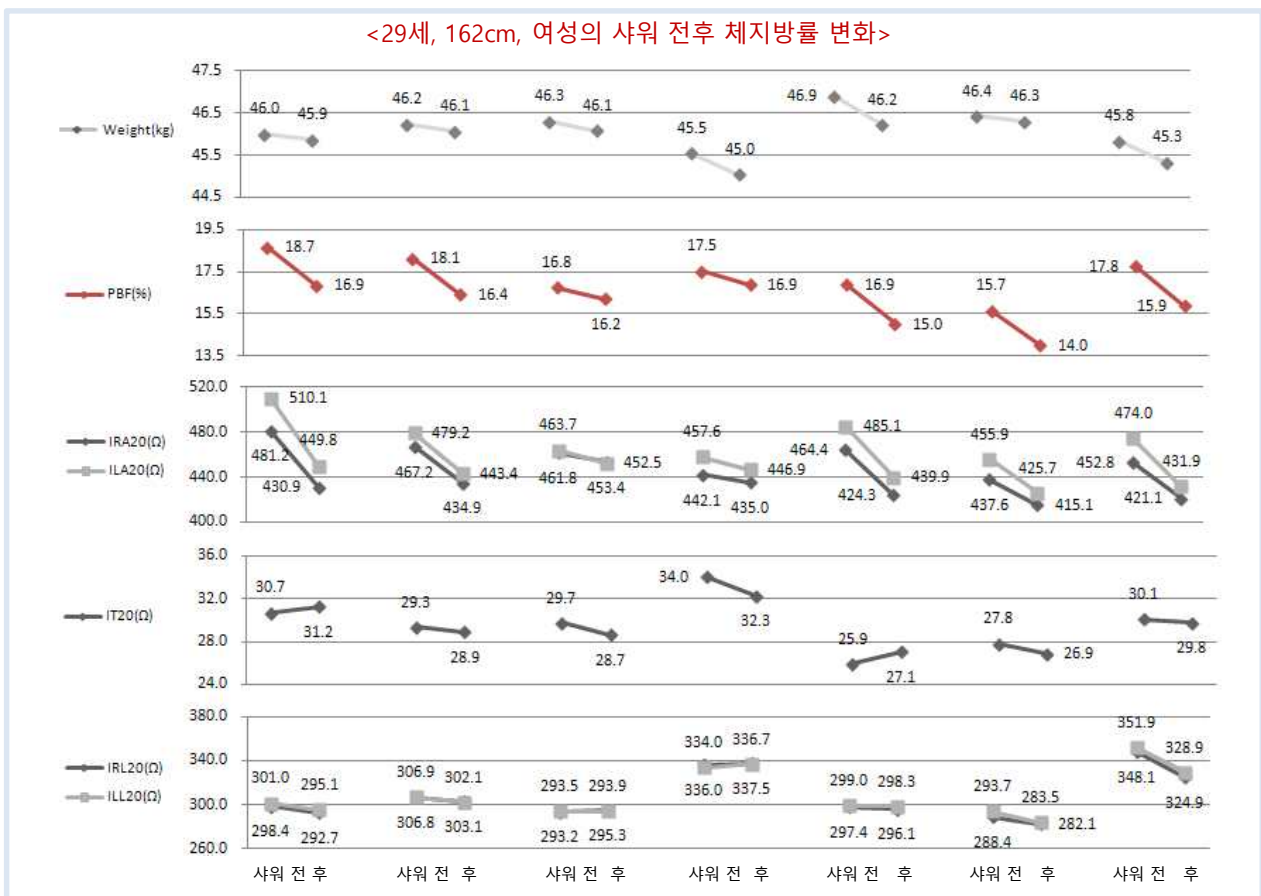
샤워나 목욕을 하면 우리 인체는 체온 항상성을 유지하기 위한 생리학적 기전에 의해 혈액의 이동이 나타나며 이로 인해 체지방률이 달라진다.

1988년 발표된 논문에서는 피부온도 상승 후 임피던스의 감소로 체지방률이 감소하는 것으로 나타났다. 20대 건강한 남성 8명을 대상으로 서늘한 환경($14.4 \pm 1.61^\circ\text{C}$)과 더운 환경($35.0 \pm 3.03^\circ\text{C}$)에 약 90분 노출시킨 후 사지 피부온도에 따른 임피던스와 체지방률을 측정한 결과, 피부온도가 서늘한 환경에 있을 때보다 더운 환경에 있을 때 9.3°C 높게 나타났으며 임피던스는 35Ω 감소되어 체지방률이 3% 감소하였다.¹⁾ 샤워나 목욕을 하면 신체기관 중 가장 먼저 영향을 받는 곳은 피부이다. 목욕 시 온탕에 들어가면 체온이 일시적으로 상승하게 되는데 인체는 체내 열방출을 증가시키기 위해 피부혈관을 확장시키고 혈류량을 증가시킨다. 이로 인해 혈액순환이 활발해지고 피부온도 상승 및 피부가 붉은색을 띠기도 하는데²⁾³⁾ 이러한 현상을 온열작용(溫熱作用)이라고 하며 일반적으로 물의 온도가 높으면 높을수록 혈액순환과 신진대사가 더욱 활발해진다.³⁾ 이와는 반대로 목욕 후 밖으로 나오면 환경온도가 낮아

져 인체는 체내 열손실을 줄이기 위해 피부혈관을 수축시키며 피부표면 혈류량의 감소로 시간이 지남에 따라 피부온도는 하강되어 체열 평형을 유지하게 된다. 혈압, 심박수, 체온, 땀 분비, 피부온도 등과 같은 신체 생리적 변화는 전신욕, 반신욕, 족욕 등의 목욕법에 상관없이 나타난다.³⁾ 그러므로 인바디 검사 전에는 가벼운 샤워도 피해야 하며 정확한 체성분을 검사하기 위해서는 반드시 샤워 또는 목욕 전에 측정해야 한다. 27세 여성이 자체적으로 7일간 15분 이내의 샤워를 하기 전과 샤워 직후 각각의 인바디 검사한 결과, 샤워 후의 체중은 샤워하기 전과 비교하여 $-0.1\text{kg} \sim -0.7\text{kg}$ 감소하였으나 체지방률은 $-0.5\% \sim -1.9\%$ 감소하였다.

TABLE 1. Determination of resistance and estimation of body composition by bioelectrical impedance analysis.

Condition	Resistance (Ω)	Body Water (l)	Fat Mass (kg)	% Fat	Lean Mass (kg)
Cool					
Mean	461	47.4	11.0	14.4	64.5
\pm SD	48	5.5	3.4	2.7	7.9
Warm					
Mean	426	49.9	8.8	11.4	66.7
\pm SD	47	5.6	3.1	2.6	8.2
Paired t	10.13	3.88	9.22	9.90	9.22
P value	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01



1) Caton JR., Mole PA, Adams WC, Heustis DS, Body Composition Analysis by bioelectrical impedance: effect of skin temperature. *Medicine and science in sports and exercise*, 1988

2) 전태원 외, 최대하 운동 시 온도·습도 변화에 따른 피부온도와 발한량의 변화, *서울대학교 체육연구소 논문* 제15권 제1호:13~20, 1994

3) 이미림, 목욕요법의 행태와 생리적 지표에 따른 건강증진 효과, *고신대학교 보건학 박사학위 논문*, 2007

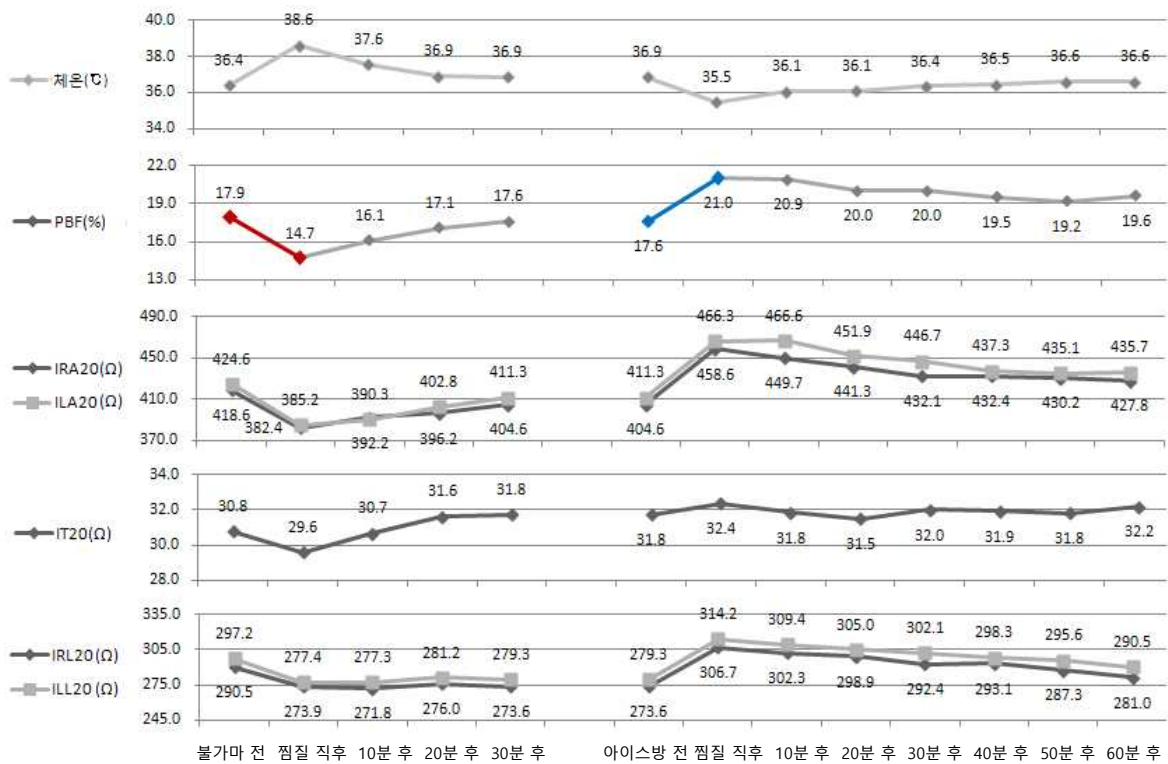
6. 인바디 검사는 체온 변화가 나타나지 않도록 상온에서 측정해야 한다.

인체는 덥거나 추운 환경에 노출하게 되면 체온과 피부온도, 그리고 혈류량에 변화가 나타난다. 인바디를 비롯한 체성분분석기는 BIA기술을 통해 인체의 임피던스를 측정하는데 임피던스는 피부온도, 실내온도의 영향을 받는다.¹⁾²⁾³⁾ 따라서 외부환경에 의해 체온 및 피부온도가 달라지면 임피던스의 변화가 나타나며 이는 결국 체지방률에 오차를 가져오게 된다.

1988년 발표된 논문에서는 20대 건강한 남성 8명을 대상으로 추운 환경($14.4 \pm 1.61^\circ\text{C}$)과 더운 환경($35.0 \pm 3.03^\circ\text{C}$)에 약 90분 노출시킨 후 사지 피부온도에 따른 임피던스와 체지방률을 측정한 결과, 피부온도가 추운 환경에 있을 때보다 더운 환경에 있을 때 9.3°C 높게 나타났으며 전신 임피던스는 35Ω 감소되어 체지방률이 3% 감소하였다.²⁾ 일반적으로 온도와 임피던스는 반대로 작용하며 추운 상태에서 체온이 떨어지면 임피던스가 증가하여 결국 체지방

량이 낮게 측정된다.³⁾ 우리 인체는 일정한 체온을 유지하려는 체온 항상성으로 인해 외부환경에 의해 체온이 오르거나 떨어졌을 경우 체내에서의 열 발생과 체외로의 열 발산 평형을 이루기 위해 피부온도가 증감하고 피부혈관이 확장, 수축된다. 결국 외부환경(측정환경)의 온도는 체온 및 피부온도, 혈류량에 영향을 미쳐 임피던스를 변화시키므로 정확한 인바디 검사를 위해서는 반드시 상온($25 \sim 30^\circ\text{C}$)에서 측정해야 한다.³⁾ 20대 성인 5명(M=2, F=3)을 더운 환경(불가마)과 추운 환경(아이스방)에 각각 30분씩 노출시킨 후 인바디 검사한 결과, 불가마 찜질 직후 체온이 평균 1.7°C 증가, 체지방률은 $-1.7\% \sim -3.2\%$ 감소하였으며 아이스방 찜질 직후에는 체온이 평균 -1.1°C 감소, 체지방률은 $1.3\% \sim 4.2\%$ 증가하였다. 체온의 경우 찜질 30분 후 대부분 안정상태로 돌아왔으나 특히 체지방률은 추운 환경에 노출된 후에는 1시간이 지나도 안정상태로 회복되지 않았다.

<29세, 162cm, 여성의 더운 환경, 추운 환경 30분 노출 후 체지방률 변화>



1) Buono MJ, Burke S, Endemann S, Graham H, Gressard C, Griswold L, Michalewicz B. The effect of ambient air temperature on whole-body bioelectrical impedance. *Physiol Meas*. 2004 Feb;25(1):119-23.

2) Caton JR, Mole PA, Adams WC, Heustis DS. Body Composition Analysis by bioelectrical impedance: effect of skin temperature. *Medicine and science in sports and exercise*, 1988

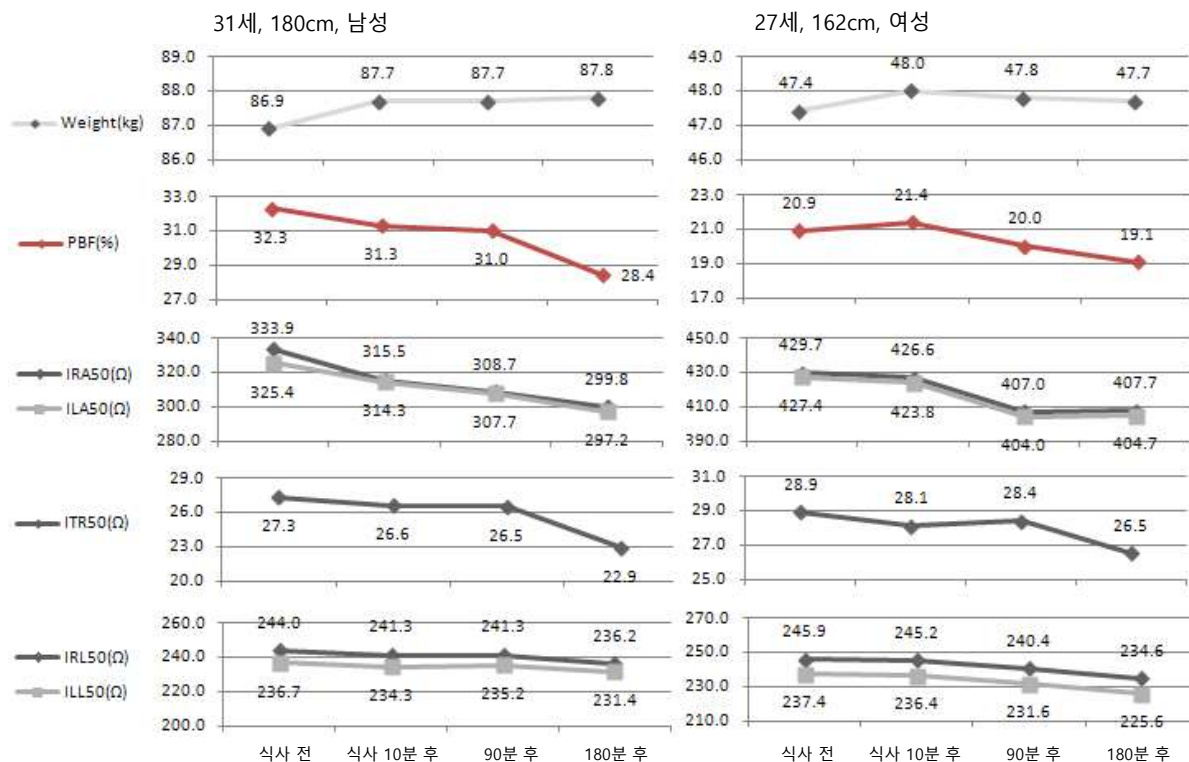
3) LIANG M.TC, SU HF, LEE NY, Skin temperature and skin blood flow affect bioelectric impedance study of female fat-free mass. *Med. Sci. Sports Exerc*. 2000;32:221-227.

7. 인바디 검사는 공복상태로 측정해야 한다.

음식물 섭취는 체중을 증가시키므로 생체전기임피던스분석법의 원리상 체지방률을 높이는 것으로 알려져 있으나 실제로는 음식물 섭취 자체가 임피던스를 감소시켜 오히려 체지방률이 낮아지기도 한다. 2001년 발표된 논문에 의하면 음식물 섭취 후 임피던스가 크게 감소하는 것으로 나타났다¹⁾. 31.5±11.7세의 남성 8명, 여성 10명을 대상으로 아침, 점심, 저녁을 동일하게 섭취한 후 18회에 걸쳐 임피던스 변화를 관찰한 결과, 아침식사 후 2~4시간 동안 임피던스가 가장 크게 감소하였고 점심, 저녁식사 후 더욱 감소하다가 다음날 아침이 되어서야 처음 임피던스 값으로 돌아왔다. 여성의 하루 평균 임피던스는 602Ω에서 ±51Ω, 남성은 평균 513Ω에서 ±40Ω의 변화를 나타냈으며 이로 인해 하루 동안의 체지방률 차이가 무려 여자 8.8%, 남자 9.9%까지 발생하였다. 또한 또 다른 논문에서는 음식물 섭취로 인한 임피던스의 변화는 음식형태에 따라 다르게 나타날 수 있으며 액체식(liquid meal)에서 일반국(normal tea)은 임피던스 변화에 영향을 미치지 않

지만 곰국(beef tea)은 전해질 차이로 인해 임피던스 감소가 크게 나타난다고 보고하였다.²⁾³⁾ 음식물을 섭취하면 소화과정 중에 체수분 및 전해질의 변화가 발생하는데²⁾³⁾ 소화기관에 혈액이 집중적으로 공급되어 소화관의 운동성 활동, 분비활동, 흡수활동 증가와 함께 혈류량이 크게 증가하였다가 2~4시간에 걸쳐 안정상태 수준으로 되돌아온다⁴⁾. 그러므로 인체의 임피던스 변화는 음식물의 섭취/소화와 관계가 있으며 체성분을 정확하게 확인하기 위해서는 반드시 공복인 상태로 측정하는 것이 필요하다. 20대 여성과 30대 남성 각 1명이 저녁식사 후 체지방률 변화를 관찰한 결과, 식후 3시간 동안 체지방률이 지속적으로 감소하였다. 또한 20대 성인 5명(M=3, F=2)을 대상으로 하루 동안 식후 임피던스 변화를 관찰한 결과 아침, 점심, 저녁식사 후 몸통 임피던스가 모두 눈에 띄게 감소하였으며 체지방률은 높아지거나 낮아지는 등 일정한 패턴을 보이지는 않았다.

<음식물 섭취에 따른 체지방률 변화>



- 1) Slinde F, Hulthen LR, Bioelectrical impedance: effect of 3 identical meals on diurnal impedance variation and calculation of body composition. *Am J Clin Nutr* 2001;74:474-8
- 2) Deurenberg P, Weststrate JA, Paymenas I, van der Kooy K. Factors affecting bioelectrical impedance measurements in humans. *Eur J Clin Nutr* 1988;42:1017-22.
- 3) Gallagher M, Walkier KZ, O'Dea K. The influence of a breakfast meal on the assessment of body composition using bioelectrical impedance. *Eur J Clin Nutr* 1998;52:94-7.
- 4) GUYTON & HALL'S TEXTBOOK OF MEDICAL PHYSIOLOGY, 12TH EDITION

8. 인바디 검사는 화장실을 다녀온 후 측정해야 한다.

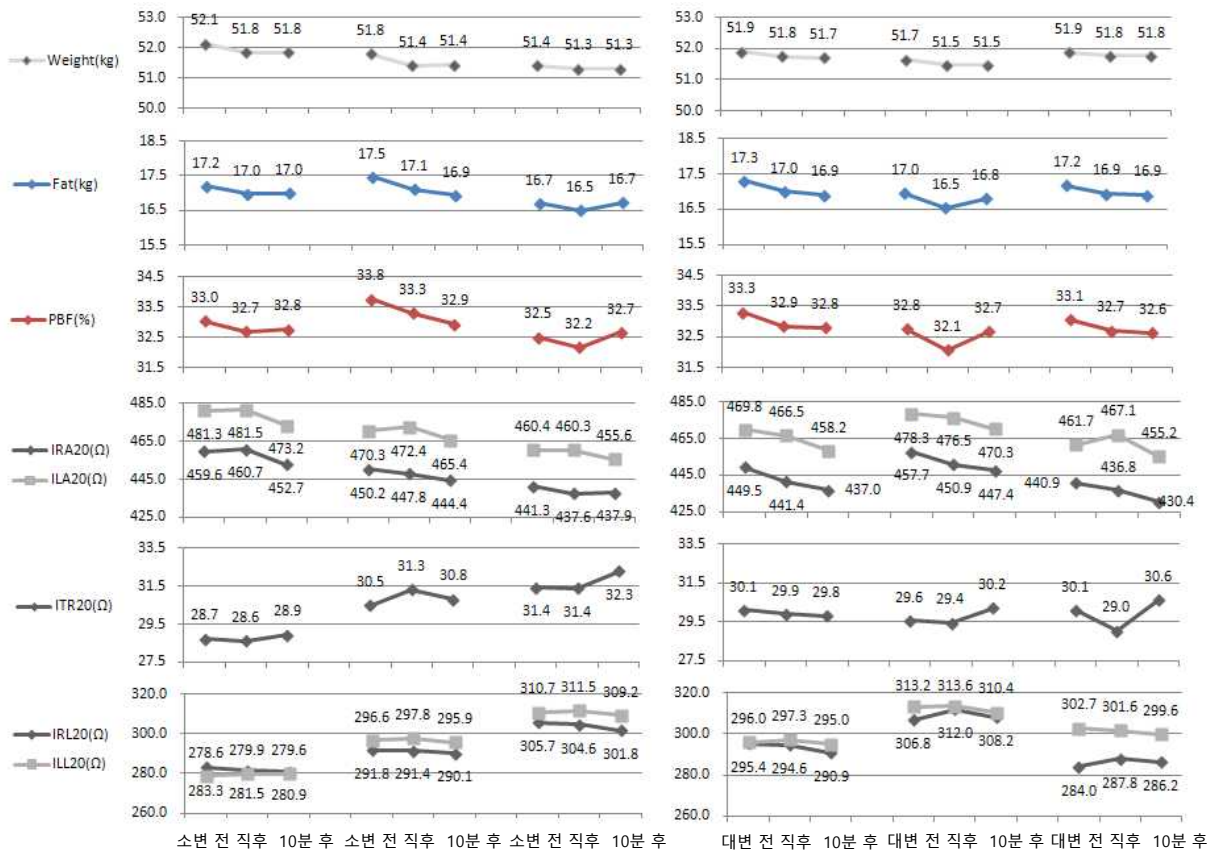
인바디를 비롯한 체성분분석기는 BIA 원리를 이용하여 체성분을 분석한다. 체성분은 2분법으로 나누었을 때 제지방(Fat Free Mass, FFM)과 체지방(Fat Mass)으로 나누어지며¹⁾ BIA 원리에서는 체성분의 합인 체중에서 제지방을 뺀 나머지를 체지방량으로 산출한다.

체중은 식사(또는 기타 음식물 섭취), 옷, 대소변 등에 영향을 받는다. 이 중 옷과 대소변은 임피던스에 영향을 미치지 않고 모두 체중에만 영향을 미치는데 옷과 내장기관 내 있는 대소변은 BIA 원리에서 전기흐름의 경로가 되지 못하기 때문에 모두 체지방으로 간주하게 된다. 그리하여 이러한 요소를 제거하지 않고 인바디 검사를 하게 되면 체중 차이로

인해 이러한 요소를 제거한 후 검사했을 때와 측정값에 차이가 발생한다.

일반적으로 화장실을 다녀오면 BIA 원리 상 체지방률이 낮아지는 것으로 알려져 있으나 실제 20대 여성 3명이 화장실 다녀오기 전, 다녀온 직후, 다녀오고 10분 후 인바디 검사를 한 결과, 화장실을 다녀온 직후에는 대소변으로 감소된 체중이 체지방량으로 간주되어 체지방률이 낮아졌으나 화장실을 다녀온 지 10분 후부터는 높아지거나 낮아지는 등 일정한 패턴을 보이지는 않았다. 즉, 체중은 BIA 원리에서 중요한 변수로 작용되므로 인바디 검사 시 배설감이 있는 경우에는 화장실을 다녀온 후 측정하는 것이 좋다.

<26세, 157.5cm, 여성의 화장실 전후 체지방률 변화>



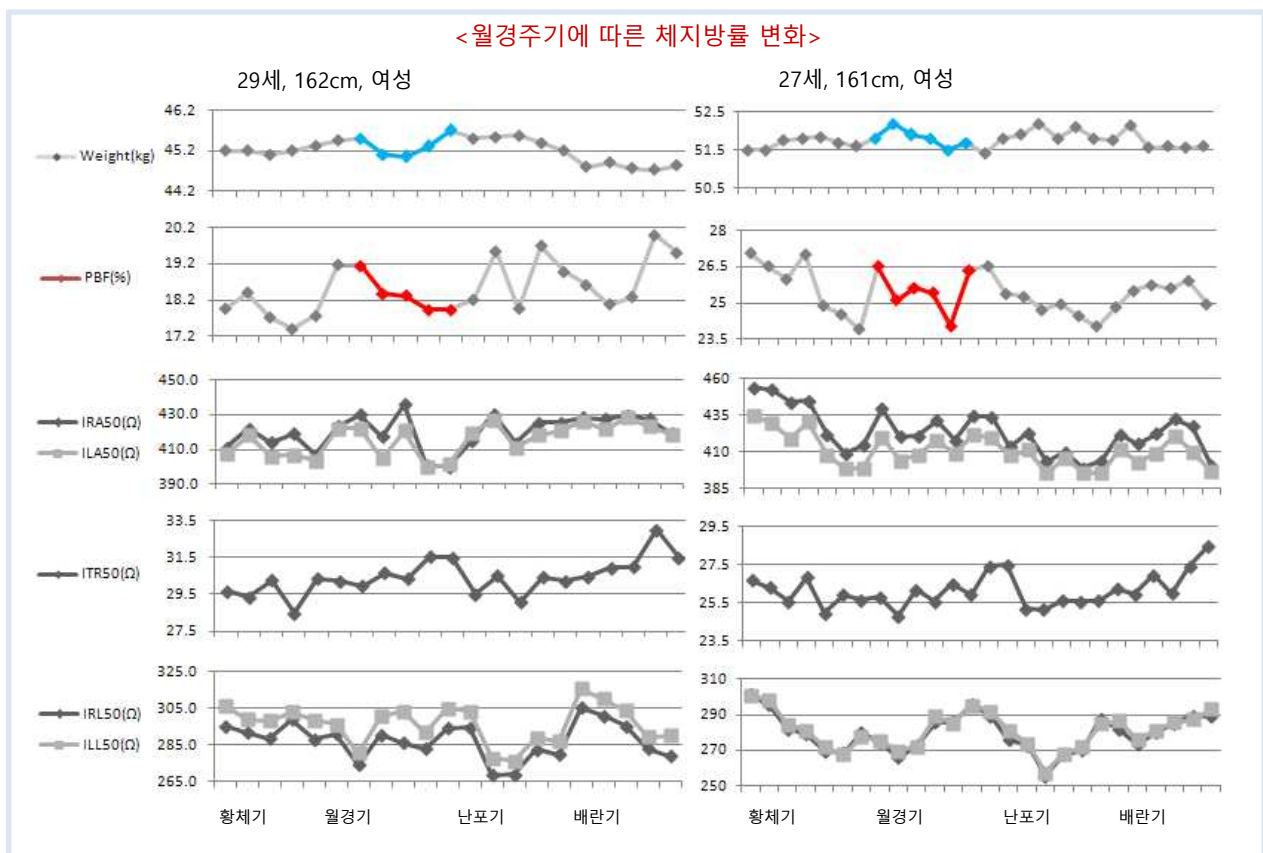
1) Wang ZM, Pierson RN Jr, Heymsfield SB. The five-level model: a new approach to organizing body-composition research. *Am J Clin Nutr.* 1992;56:19-28.

9. 정확한 인바디 검사를 위해서는 월경기간을 피해야 한다.

여성들은 월경주기에 따라 여성호르몬의 영향으로 체중 및 체성분에 일시적인 변화가 나타난다. 일반적으로 월경 전, 황체기(Luteal phase)에는 체수분 축적에 의해 체중이 증가하는 경향이 있는데¹⁾ 이는 배란 이후 혈액 내 프로게스테론이라는 호르몬이 증가하여 월경을 시작하기 직전 절정을 이루기 때문이다.²⁾ 그리하여 월경 전(황체기) 또는 월경기에는 체수분의 축적으로 체수분을 포함한 체지방량이 증가하여 체지방률이 대부분 낮아진다. 하지만 이와는 반대로 월경 전(황체기) 달거나 짠 음식을 선호하게 되는 식이패턴의 변화와 식욕의 증가로³⁾ 체지방이 쌓여 오히려 체지방률이 높아지는 경우도 있다. 2005년 발표된 논문에 의하면 20~30대 여성 24명(월경 전 불쾌기분장애 그룹 12명, 무증상 그룹 12명)을 대상으로 4주 동안 식이섭취량 및 월경주기에 따른 체성분을 측정한 결과, 월경 전 불쾌기분장애

와 상관없이 식이섭취량은 물론 체중, 체수분, 체지방량의 변화가 모두 난포기(Follicular phase)보다 황체기(Luteal Phase)와 월경기(Menstrual phase)에서 유의적으로 증가한 것으로 나타났다.⁴⁾

실제 20대 여성 2명의 월경주기에 따른 체성분 변화를 3개월 간 관찰한 결과, 월경 전과 월경기에 체지방률이 낮아지기도 하고 높아지기도 하였으며 이는 동일인이라도 매 월 경향성이 다르게 나타났다. 또한 월경 전(황체기), 월경기의 체지방률 변화가 덜 나타나는 경우도 있었는데 이는 월경주기가 체성분에 미치는 영향에 개인차가 있음을 보여준다. 즉, 월경주기에 따른 신체적 변화는 개인차가 크기 때문에 이로 인한 체성분의 변화를 예측할 순 없지만 주로 월경 전(황체기)과 월경기에 체성분의 변화가 가장 크게 나타나므로 여성의 경우 가급적 이 기간을 피해 인바디 검사를 하는 것이 좋다.



1) Gleichauf CN, Reo DA, The menstrual cycle's effect on the reliability of bioimpedance measurement for assessing body composition, *Am J Clin Nutr* 1989;50: 903-907.

2) Lusseveld EM, Peters ET, Deurenberg P, Multifrequency bioelectrical impedance as a measure of differences in body water distribution, *Ann Nutr Metab*. 1993;37(1):44-51.

3) Parlee MB, Stereotypic beliefs about menstruation, a methodological note on the moos menstrual distress questionnaire and new data. *Psychosomatic Medicine* 1974;36:229-240.

4) 장은재, 김동건 외, 월경 전 불쾌기분장애가 식이섭취량 및 체구성 성분의 변화에 미치는 영향, *J Korean Soc Food Sci Nutr* 2005;34(2), 190~195.

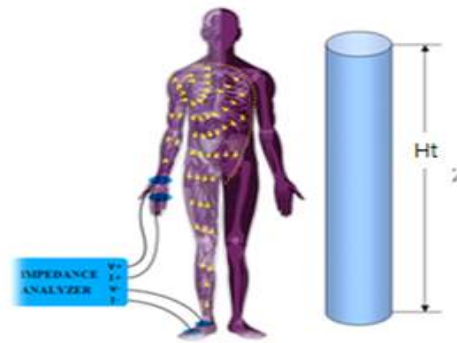
10. 신장과 체중이 달라지면 체성분 측정값도 달라진다.

인바디를 비롯한 체성분분석기는 BIA 원리를 이용하여 체성분을 분석한다. BIA란 생체전기임피던스법(Bioelectrical Impedance Analysis)의 약자로 인체에 미세한 전류를 통과시켜 체내 저항값(Impedance)을 측정하는 방법인데, 인체의 구성성분 중 전류를 통과시키는 것은 체수분으로 전류를 흘려주어 체내 저항값(Impedance)을 측정하면 임피던스 지수(Impedance Index)에 의해 체수분의 부피를 구할 수 있게 된다.¹⁾²⁾

임피던스 지수(Impedance Index= L^2/R)는 신장의 제곱을 저항으로 나눈 값이다. 인체에서 L에 해당하는 값은 피검자의 신장이고 R에 해당하는 것이 측정된 저항값이므로 결국 피검자의 신장과 저항값만 알면 체수분의 부피를 구할 수 있다.¹⁾²⁾ 수식에서 보는 바와 같이 신장은 체수분의 부피와 비례관계가 있으므로 신장값을 증가시키면 체수분의 부피는 증가하게 되며 체수분은 체지방량과 비례하므로 이는 결과적으로 체지방량의 감소를 초래한다. 또한 체성분은 2분법으로 나누었을 때 제지방과 체지방으로 나눌 수 있으며³⁾ 체성분의 합인 체중에서 제지방을 빼면 체지방을 구할 수 있다. 그러므로 제지방량이 동일한 상태에서 체중이 증가되면 이 또한 결과적으로 체지방량의 증가를 초래한다. 1992년 발표된 논문에서도 신장 2.5cm의 차이는 TBW에 1L의 오차를 발생시키고 체중 1kg의 차이는 TBW 0.2L, 체지방량

0.7kg의 오차를 발생시킨다고 보고하였다.²⁾⁴⁾

BIA 원리에서 신장과 체중은 매우 중요한 변수로 사용된다. 그리하여 인바디 검사를 할 때 동일한 사람이 신장을 다르게 입력하거나 식사나 옷 등에 의해 체중이 다르게 측정되면 체지방량에 오차를 가져오게 된다. 따라서 정확한 체성분 값을 도출해내기 위해서는 측정 시 되도록 공복상태를 유지하고 복장은 최대한 가볍게 입어야 하며, 반복 측정 시에는 반드시 신장값을 동일하게 입력해야 한다.



$$\text{Impedance Index} = c \frac{\text{Height}^2}{\text{Impedance}}$$

$$\text{Total Body Water} \propto a \frac{\text{Height}^2}{\text{Impedance}} + b$$

<29세, 162cm, 여성의 신장/체중 변화에 따른 체지방률 변화>

신 장 변 화					체 중 변 화			
항목	기준	-2cm 감소	+1cm 증가	+3cm 증가	기준	-2kg 감소	+1kg 증가	+3kg 증가
신장(cm)	162	160	163	165	162	162	162	162
체중(kg)	44.4	44.3	44.3	44.3	46.4	44.4	47.4	49.4
근육량(kg)	34.3	33.8	35	35.8	34.8	34.3	35.1	35.2
체지방량(kg)	8.1	8.5	7.2	6.4	9.5	8.1	10.2	11.9
체지방률(%)	18.2	19.1	16.3	14.4	20.4	18.2	21.5	24.1

1) Kushner RF, MD, FACN, Bioelectrical Impedance Analysis: A Review of principles and applications, *Am J Clin Nutr* 1992;11:199-209.

2) Kushner RF, Schoeller DA, Fjeld CR, Danford L, Is the impedance index(ht^2/R) significant in prediction total body water? *Am J Clin Nutr* 1992;56:835.

3) Wang ZM, Pierson RN Jr, Heymsfield SB. The five-level model: a new approach to organizing body-composition research. *Am J Clin Nutr*. 1992;56:19-28.

4) Kushner RF, Clinical characteristics influencing bioelectrical impedance analysis measurements. *Am J Clin Nutr* 1996;64(suppl):423S-7S.

11. 자기 전과 기상 후의 체지방률이 다른 이유?

자기 전과 기상 후에 측정한 체지방률이 다르게 나타나는 이유는 수면을 취하기 위해 누워있는 평균 6~7시간 동안 우리 인체의 체수분 분포에 변화가 생기기 때문이다. 취침과 기상이라는 행동은 누웠다가 일어나는 자세변경을 나타내며 이는 곧 수분의 이동을 유발한다.

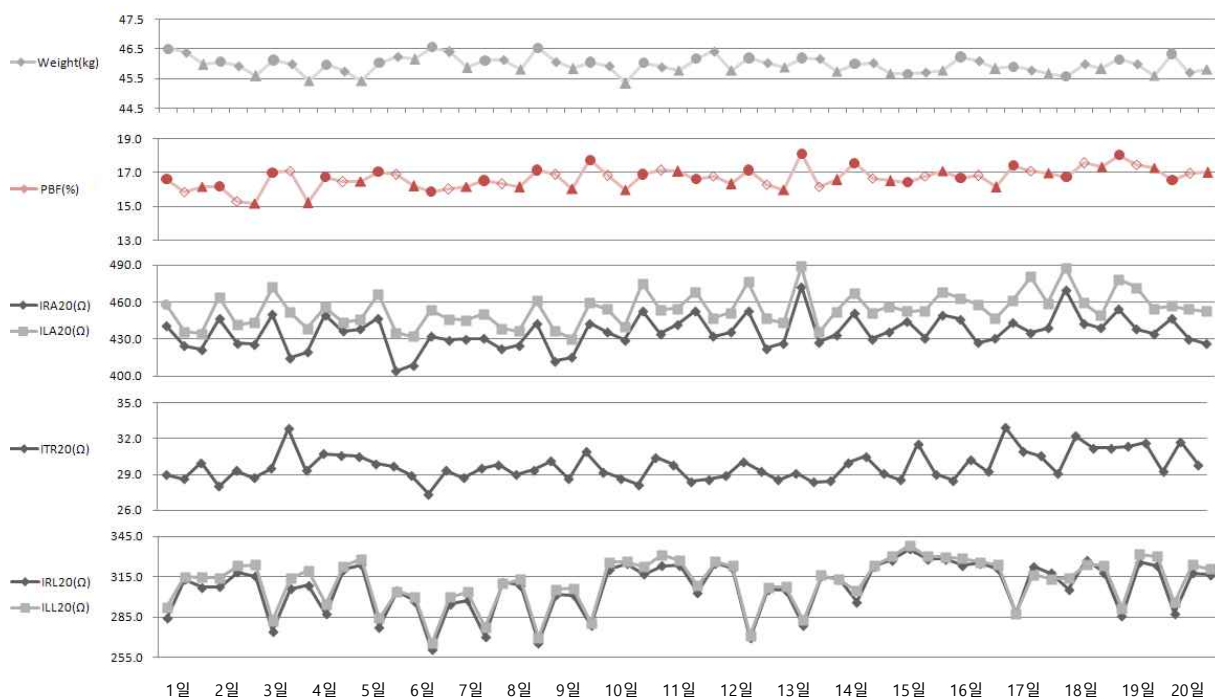
우리 인체는 누운 자세를 취하게 되면 서 있을 때와는 다르게 혈액이 사지에서 몸통 쪽으로 이동한다. 그리하여 총 체수분(TBW)의 변화와 상관없이 임피던스의 변화가 나타난다.¹⁾ 2003년 발표된 논문에서는 20대 건강한 남자 10명, 여자 8명을 대상으로 12시간 동안 누운 자세의 임피던스 변화를 16회에 걸쳐 관찰한 결과, 처음 임피던스와 비교하여 무려 64Ω이 증가하였으며³⁾ 이러한 변화는 누워있는 시간이 지속될수록 더욱 커지는 것으로 나타났다.²⁾³⁾⁴⁾ 반대로 선 자세를 취하게 되면 체수분의 재배치가 다시 일어나는데 몸통 쪽에 있던 혈액이 중력에 의해 가장 낮은 부분으로 이동하고 심장으로 들어오는

혈액(정맥혈류량)이 줄어들어 전체 임피던스의 감소 등이 나타나기도 한다.¹⁾⁴⁾ 자세변경으로 인한 임피던스 변화는 자세변경 직후부터 15분 이상 지속되며 동일자세를 유지한 시간이 길어질수록 체수분의 분포가 안정상태 수준으로 되돌아오는 시간도 길어진다.¹⁾ 일반적으로 수면을 취하기 위해 누워있는 시간은 평균 6~7시간으로 이에 따라 기상 후 체수분의 분포가 안정되기까지는 반드시 얼마 간의 시간이 요구된다. 그러므로 기상 직후의 인바디 검사는 되도록 피해야 하며 정확한 체성분을 검사하기 위해서는 오전 공복상태로 측정해야 한다. 27세 여성이 자체적으로 20일간 취침 전, 기상 직후, 기상 30분 후(수분섭취, 소변배출) 각각의 체성분을 검사한 결과, 취침 전과 기상 후의 체중이 최대 0.8kg, 체지방률은 최대 1.8%가 변화였다. 대체적으로 체중은 취침 전보다는 기상 후에 감소하는 편이었으나 체지방률은 높아지거나 낮아지는 등 일정한 패턴을 보이지는 않았다.

<27세, 162cm, 여성의 20일 간 취침 전, 기상 직후, 기상 30분 후 체지방률 변화>

취침 전 → 기상 후 체중 최대 0.8kg 변화, 체지방률 최대 1.8% 변화

● 취침 전 ◆ 기상 직후 ▲ 기상 30분 후



1) Lozano-Nieto A, Turner AA, Effects of orthostatic fluid shifts on bioelectrical impedance measurements. *Biomedical Instrumentation & Technology* 2001.

2) Kushner RF, Gudivaka R, Schoeller DA, Clinical characteristics influencing bioelectrical impedance analysis measurements. *Am J Clin Nutr* 1996;64:423-427.

3) Slinde F, Bark A, Jansson J, Rossander-Hulthen L, Bioelectrical impedance variation in healthy subjects during 12h in the supine position. *Clinical Nutrition* 2003;22(2):153-157.

4) Elaine C. Rush, Jennifer Crowley, Ismael F. Freitas, and Amy Luke, Validity of Hand-to-Foot Measurement of Bioimpedance: Standing compared with Lying Position, *OBESITY* 2006;14:2.

www.inbody.com