

고객만족을 위한 발과 구두치수의 관계 Relationship between Foot and Shoe Length for Customer Satisfaction

황 인극, 김 진호
 공주대학교 산업시스템공학과

1. 서론

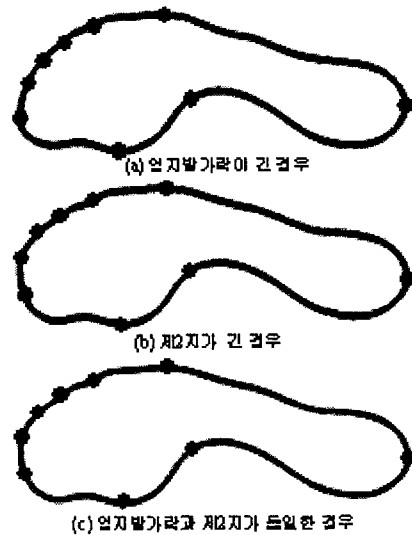
발은 하퇴골(Cruris)의 하부에 위치하면서 크고 작은 26개의 뼈와 비복근(Gastrocnemius muscle), 전경골근(Tibialis anterior muscle)과 같은 20개의 근육 그리고 41개의 인대(Tendon)로 이루어진 조직이다(Agur, 1991). 발의 구조는 손외 제외된 신체의 어느 근 골격계(Musculoskeletal system)보다 약해 외부에서 주어지는 조그마한 물리적인 충격(Physical stresses)에도 쉽게 손상된다. 실제 인간이 평생동안 걷는 거리는 지구 둘레의 6배에서 8배에 달하며 이때 발이 받는 충격은 약 1000톤에 달한다고 한다. 만약 발에 맞지 않은 신발을 신고 걸으면 신체를 지지하는 발의 근력이 감소하여 무릎, 허리, 상반신에 부담을 느끼게 되고, 자세가 흐트러지게 되어 그 결과 여러 장애가 일어나게 된다. 또한 보행 시나 뛰면서 특정부위에 외부의 충격이 집중되어 발이 아프고 쉽게 피로를 느끼게 되며 이러한 신발을 장시간 사용하게 되면 발부위의 통증이 근 골격계의 질병으로 발전하게 된다. 미국의 경우 총인구의 87%가 발과 관련된 질환을 앓고 있으며 매년 2억불 이상의 비용이 이들 질환으로 인하여 지출되고 있는 것으로 보고되었다. 우리나라의 경우 정확한 통계는 보고되고 있지 않지만 미국 사람보다 더 많이 걷는 것을 고려할 때 그 피해의 수준이 심각한 것으로 판단된다. 따라서 발을 보호하는 역할을 하는 신발의 해부학적(Anatomical), 생체 역학적(Biomechanical), 그리고 인체 측정학적(Anthropometric) 설계는 발의 건강을 위해 필수적이라 하겠다.

현재까지 신발 설계에 관해 수많은 연구가 행해져 왔다(산업연구원, 1993). 그러나 대부분의 연구는 신발 제조에 사용되는 소재를 개발하여 착용감의 개선 또는 air cushion과 같은 충격완화 장치의 개발 등과 같은 소재 또는 기능 개발에 집중되었다. 반면 사용자의 발 치수와 형태 그리고 보행에 관한 인체 측정학적, 해부학적 그리고 생체역학적 연구는 드문 실정이다. 따라서 우리나라에서는 독자적인 신발의 족형(Foot last)의 개발이 어려워 외국의 것을 수입하여 사용하고 있다.

인간의 발 모양은 사람마다 다양한데 발 길이만을 고려한 경우, 그림 1과 같이 엄지발가락이 긴 경우(그림-1(a)), 제2지가 긴 경우(그림-1(b)), 엄지발가락과 제2지의 길이가 같은 경우(그림-1(c)) 등 3가지로 분류할 수 있다(Freedman et al, 1946; Hawes et al, 1994). 또한 발의 구조는 사람에 따라 약간의 차이를 보이기 는 하나 일반적으로 중양을 기준으로 할 때 비대칭적(Asymmetric)인 구조를 보인다. 특히 동양인의 경우, 비대칭성에 의한 발의 좌우 편차는 서양인에 비해 큰 것으로 알려져 있다. 따라서 발 길이 뿐만 아니라 발 둘레, 발 높이, 볼 거스(Ball girth) 등을 고려할 경우 발의 형

태는 더욱 다양해지며, 이를 고려한 족형의 개발은 신발 설계에 있어서 필수적으로 요구된다 하겠다.

우리 나라의 경우, 모든 신발은 한국 산업규격에 따라 발 길이(Length)와 발 둘레(Breadth) 등 두 개 부위를 기준으로 하여 제조된다(중소기업청, 1994). 이 기준을



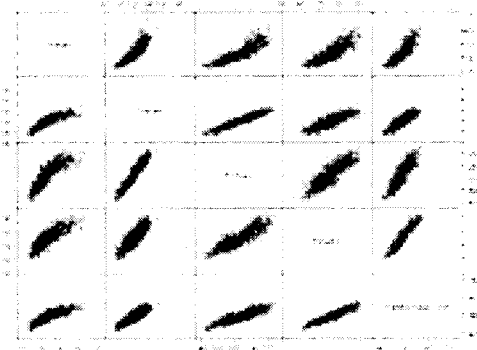
<그림 1-1> 발 길이에 의한 형태학적 분류

인체 측정학적으로 해석하면, 발의 치수들, 예를 들어 발 둘레(Circumstance), 볼 거스, 제일치 높이 등이 발 길이와 발 둘레와 완벽한 상관관계($\rho=1.0$)를 갖는다는 가정을 내포하고 있다. 이는 마치 모든 사람의 경우, 키가 크면 반드시 몸무게가 많이 나간다고 가정하는 것과 같다. 그러나 실제로 키가 커야만 몸무게가 많이 나가는 것이 아닌 것처럼 발 길이가 크다해서 발등의 높이가 반드시 높은 것은 아니다. 즉, 발 치수들은 어느 정도 서로 독립적인 관계를 갖고 있기 때문에 한 치수로 다른 치수를 추정하면 오차가 발생하게 된다. 이러한 추정오차로 인해 일반인들이 신발을 구입해 신으면, 발 길이는 맞는 데 볼이 작아 발가락이 아프고 높이가 낮아 발등이 불편한 경우를 종종 경험하게 되는 것이다.

상기의 문제를 해결하기 위해서 이 논문은 발부위간의 상관관계를 조사하고, 전문가들의 조언을 통해 선정된 10개 중요 부위를 이용하여 현재 단순히 유아용, 아동용, 학생용, 성인용으로 구분되어진 구두치수를 Classification 기법을 사용하여 연령별로 적절하게 구분되어 구두를 개발할 수 있도록 하였다.

2. 중요 발부위와 신체와의 관계

1999년부터 2000년 2년 동안 전국 남녀 3세부터 70세까지 인구 구성비에 의해 8000명을 지역비율에 따라 선발하여 구두설계와 관련된 부위 25군대를 측정하였다. 본 자료는 측정자료를 이용하여 발과 구두사이의 관계가 가장 강하다고 생각되어진 발길이, 발너비, 발둘레, 키 그리고 체중을 기본으로 그 상관관계를 알아보았다.



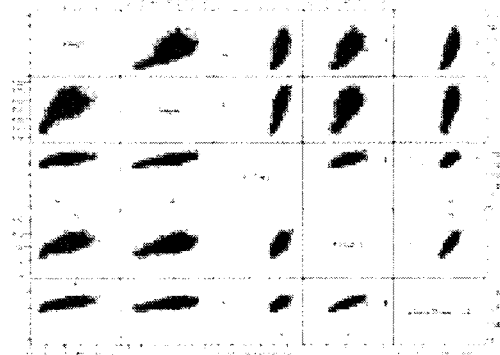
<그림 2-1> 3~15세 아동들에 대한 발부위와 신체에 관한 상관관계

<그림 2-1>에 보는 것과 같이 아동들의 경우 고려된 5개 부분이 상당히 밀접한 관계가 있음을 보여주고 있다. 특히, 신장과 발길이의 경우는 신장과 발둘레보다 좀 더 강한 상관관계가 있으며, 신장을 기준으로 신발을 만들어도 큰 무리가 없을 것으로 나타내고 있다.

	체 중	신 장	발길이	발너비	발둘레
체 중	1.000	0.416	0.405	0.496	0.573
신 장	0.416	1.000	0.699	0.371	0.402
발길이	0.405	0.699	1.000	0.523	0.549
발너비	0.496	0.371	0.523	1.000	0.848
발둘레	0.573	0.402	0.549	0.848	1.000

<표 2-1> 3~15세 아동들에 대한 발부위와 신체에 관한 상관관계

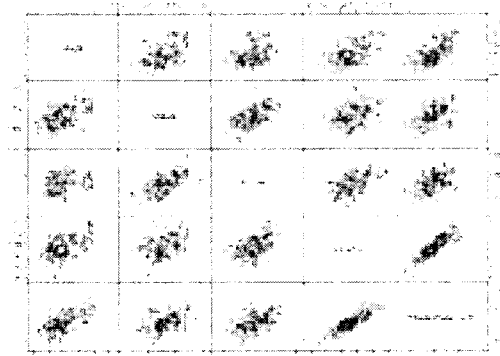
아동의 경우 고려되어진 모든 부분이 강한 상관관계를 가지고 있는 반면 16세 이상의 여성의 경우 아동의 경우와 달리 서로에 대해 강한 상관관계가 있다고 하는 증거를 찾지 못했다. 그러나 상대적으로 발둘레와 발너비에 대해서는 아동의 결과보다는 강한 관계를 갖지는 않지만 비슷한 결과를 나타내고 있는 반면 상식적으로 생각되어진 신장이 크고 체중이 많이 나가는 사람이 반드시 큰 신발을 신는다는 결론을 내리기에는 무리가 있다는 것을 알 수 있다.



<그림 2-2> 성인여자들에 대한 발부위와 신체에 관한 상관관계

	체 중	신 장	발길이	발너비	발둘레
체 중	1.000	0.509	0.430	0.571	0.582
신 장	0.509	1.000	0.612	0.449	0.412
발길이	0.430	0.612	1.000	0.482	0.451
발너비	0.571	0.449	0.482	1.000	0.743
발둘레	0.582	0.412	0.451	0.743	1.000

<표 2-2> 성인여자들에 대한 발부위와 신체에 관한 상관관계

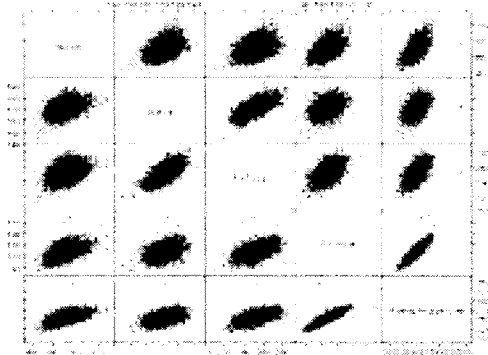


<그림 2-3> 성인남자 왼손사용자들에 대한 발부위와 신체에 관한 상관관계

<그림 2-3>과 <그림 2-4>는 성인 남자를 대상으로 사용하는 손에 따라 오른손잡이와 왼손잡이에 대한 발 부위에 대해 상관관계를 조사하였다. 측정인원 중 왼손사용자는 전체 8.6%에 해당되었고, 분석 결과는 신장에 대해 체중, 발길이, 발너비, 발둘레 부분의 상관관계는 오른손사용자에 비해 약간 더 나은 관계를 나타내고 있지만, 두 사용자에 대한 유의가 있다는 증거는 발견되지 못했다.

	체 중	신 장	발길이	발너비	발둘레
체 중	1.000	0.465	0.435	0.516	0.641
신 장	0.465	1.000	0.619	0.319	0.385
발길이	0.435	0.619	1.000	0.513	0.548
발너비	0.516	0.319	0.513	1.000	0.870
발둘레	0.641	0.385	0.548	0.870	1.000

<표 2-3> 성인남자 왼손사용자들에 대한 발부위와 신체에 관한 상관관계



<그림 2-4> 성인남자 오른손사용자들에 대한 발부위와 신체에 관한 상관관계

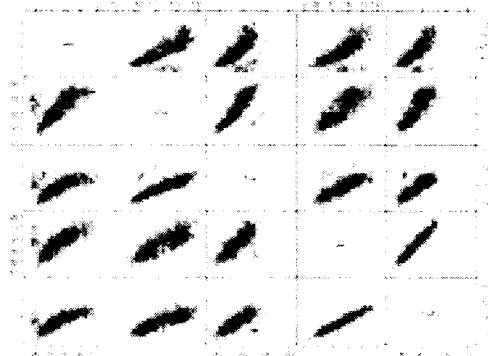
	체중	신장	발길이	발너비	발둘레
체중	1.000	0.416	0.405	0.496	0.573
신장	0.416	1.000	0.699	0.371	0.402
발길이	0.405	0.699	1.000	0.523	0.549
발너비	0.496	0.371	0.523	1.000	0.848
발둘레	0.573	0.402	0.549	0.848	1.000

<표 2-3> 성인남자 오른손사용자들에 대한 발부위와 신체에 관한 상관관계

10대 남자를 대상으로 5부위에 대한 상관 관계를 조사한 결과 <그림 2-1>에 나타난 것과 비슷한 결과를 나타내고 있으며, 체중과 발길이는 다른 관계에 비해 상대적으로 약한 관계를 나타낸 반면, 발너비와 발 둘레는 매우 강한 관계를 나타내고 있고, 이 결과는 거의 모든 연령층에서도 제일 강한 상관관계를 보여 주고 있다.

	체중	신장	발길이	발너비	발둘레
체중	1.000	0.769	0.634	0.736	0.749
신장	0.769	1.000	0.802	0.820	0.798
발길이	0.634	0.802	1.000	0.775	0.742
발너비	0.736	0.820	0.775	1.000	0.935
발둘레	0.749	0.798	0.742	0.935	1.000

<그림 2-4> 10대 남성들에 대한 상관관계



<그림 2-5> 10대 남성들에 대한 발부위와 신체에 관한 상관관계

3. 연령에 따른 신발 크기별 구분을 위한 분석

일반적으로 국내에서는 구두를 유아용, 초등학교 생용, 중,고생용, 일반화 등 4단계로 나누어 구두를 제작한다. 유아용의 경우 140~170mm를, 아동용의 경우 170~220mm, 중,고생용과 일반화는 남자의 경우 240~280mm 여화의 경우 225~250mm로 제작되고, 중,고생화와 일반화는 그 모형에 있어서 차이를 나타내고 있을 뿐 그 길이의 구분은 동일하게 적용되고 있다. 이러한 치수는 발의 성장과정을 고려하지 않고 단순히 초등학교 입학전 혹은 입학후나를 기준으로 구분하는 등 부적절하게 분류하여 사용하고 있다.

이러한 부적절한 구분을 확실히 정의하기 위해 유명 라스트 제작자들과 상의한 결과 측정치 중 가장 구두제작에 영향을 주는 중요 10개 부위만 선택하여 다변량 통계학을 사용하여 분석하였다. 선택한 10개 부위란 복사점발안쪽점, 엄지발길이, 복사점발바깥쪽점, 발너비, 발등최소둘레, 척골-지골 둘레, 외과높이, 외과밑높이, 엄지발가락높이이다.

3.1 분석방법

이 분석을 위해 측정 부위간에 정해지는 유사성을 기초로 해서, 비슷한 것끼리를 하나의 그룹으로 전체를 몇 개의 그룹으로 분할하는 군집분석(Cluster Analysis)을 사용하였다.

군집분석 기법 중 계층적 군집화 방법과 비계층적 군집화 방법으로 나눌 수 있는데, 우리는 계층적 군집화 방법을 사용하였고, 특히 가까운 대상끼리 묶어나가는 AHM (Agglomerative Hierarchical Method)를 사용하였다.

유사성(Similarity)의 측정을 위해 Euclidean, Cosine, 상관계수, Minkowski, Customized 거리 등이 사용되는데 그 중 Euclidean 제곱거리를 사용하였고, 그 식은 다음과 같다.

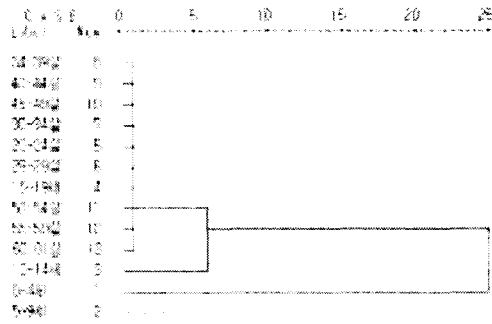
$$D(X,Y) = \sum_{i=1}^p (X_i - Y_i)^2$$

where p: 관찰된 측정 수

3.2. 분석 결과

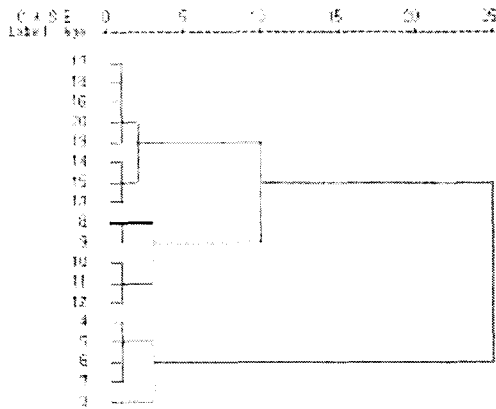
처음으로 10개 부위를 5살 기준으로 구분하여 SPSS 10을 이용하여 분석을 시행하였다.

<그림 3.1>에 보여지는 것과 같이 분석 결과는 0-4세, 5-9세, 10-14세, 그 외 등 4개의 군집으로 나눌 수 있었다. 이것은 15세 이상은 성인을 기준으로 신발을 제작하여도 큰 무리가 없다는 결과이고 그 미만은 성장과정에 있는 나이임으로 좀더 구체적인 분석이 필요하였다.



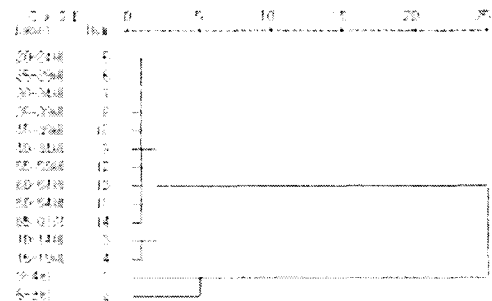
<그림 3.1> 연령에 따른 구두 크기 구분
(남자: 5세 간격)

3세에서 20세까지 군집을 구분하기 위해 분석한 결과, 유아용 구두는 3,4,5,6,7세 즉 취학 전과 8,9,10,11,12세 즉 국민학생용, 중학생과 성인 혹은 중학생을 포함하는 성인용으로 제작될 수 있는 것으로 나타나고 있다.



<그림 3.2> 연령에 따른 구두 크기 구분
(1세 간격: 남자)

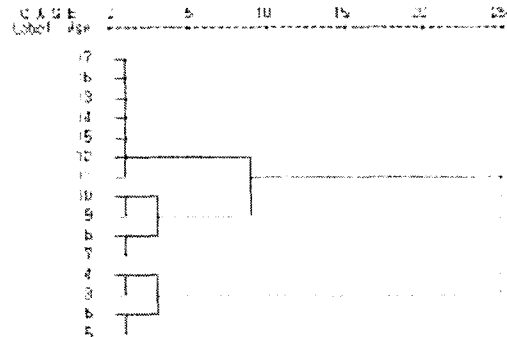
여자 구두의 경우 남자와는 달리 3~9세, 10~19세 그리고 그 외로 구분되는 것을 알 수 있다. 특히 3~4세인 경우와 5~9세의 경우는 확연한 구분을 나타내므로 유아용과 초등학생 밑에 학년과 구분해서 구두를 제작할 필요가 있음을 <그림 3.3>은 보여주고 있다.



<그림 3.3> 연령에 따른 구두 크기 구분
(5세 간격: 여자)

좀 더 구체적으로 알아보기 위해 3~17세까지

한 살 더올로 나누어 분석해본 결과 3,4 그리고 5,6으로, 7,8과 9,10으로, 그리고 나머지는 하나로 나누어지는 것을 발견할 수 있었다. 이 결과는 남자의 경우와 약간의 차이가 있다.



<그림 3.4> 연령에 따른 구두 크기 구분
(1세 간격: 여자)

4. 결론

이 논문을 통해서 아동들의 경우 신장과 발길이에 대해서는 매우 밀접한 상관관계를 가지고 있는 것으로 나타났으며, 성인의 경우에는 신장과 발길이의 상관관계는 미약한 반면 발너비와 발둘레가 상대적으로 높은 관계가 있는 것으로 나타나고 있다. 또한 사용하는 손과 발크기에는 특별한 차이점이 발견되지 않았다.

주요 10부위를 중심으로 Cluster 방법을 적용해 본 결과 남자의 경우 유아용 구두는 취학전, 초등학생, 중, 고, 일반용 구두 즉 3종류의 구두로 나누어 제작할 수 있다. 그러나 여화의 경우 3세~9세, 10세~19세 그리고 일반용으로 3가지로 구분해 볼 수 있다.

참고문헌

- 국립기술품질원, 1997년 국민표준체위조사 보고서, 국립기술품질원, 1997.
- 김동우 외 7명, 1986년 국민표준 체위조사 보고서, 한국표준연구소, 1986.
- 김철중 외 5명, 인체 측정 방법 및 용어의 표준화 연구, 한국표준연구소, 1988.
- 김철중 외 9명, 산업제품의 표 준치 설정을 위한 국민표준체위 조사 보고서, 한국표준과학연구원, 1992.
- 김철중 외 9인, 국민표준체위 조사보고서, 공업진흥청, 1992.
- 산업연구원, 우리나라 신발 産業의 現況과 構造調整 方向, 산업연구원, 1993.
- 산업연구원, 韓國의 신발 産業, 1993.
- 이영숙, 제품설계를 위한 한국 남성의 인체 치수 데이터, 신선사, 1999.
- 조맹섭 외 8명, 신발류 제작을 위한 인체(발) 계측에 관한 조사연구 보고서, 한국과학기술원, 1983.

Armstrong, T. J., An Ergonomics Guide to Carpal Tunne Syndrome, AIHA Ergonomics

Guide Series, American Industrial Hygiene Association, 1983.

Botha, W. E. and R. S. Bridger, "Anthropometric variability, equipment usability and musculoskeletal pain in a group of nurses in the Western Cape", Ergonomics, 29, 1998.

Chan C. W. and A. Rudins, "Foot biomechanics during walking and running", Mayo Clinic Proc, 69, pp.448, 1994.

John V. B. and T. Paul, "Orthotics_Clinical practice and rehabilitation technology", Churchill Livingstone, 1995.

Zamosky I, J. B. Redford, Shoes and their modifications, In Redford JB: Orthopedic Etcetera 3ed, Williams & Wilkins, Baltimore, 1986.

東京立大學身體適性研究室, 日本人の力標準値, 不味堂出版, 1985.

石川章一 外 4人, 日本人の體格調査報告書, 日本規格協會, 1984 .