



한국형 배드민턴화 개발을 위한 생체역학적 성능평가(I)

Biomechanical Testing and Evaluation for Korean Badminton Shoes Project(I)

박승범* · 박상균(부산경제진흥원 신발산업진흥센터)

Park, Seung-Bum* · Park, Sang-Kyoon

(Busan Economic Promotion Agency, Footwear Industrial Promotion Center)

국문요약

본 연구의 목적은 한국의 대표적인 배드민턴화(A Type)와 외국 배드민턴 브랜드제품(B Type)의 생체역학적인 변인들을 비교함으로써 한국제품의 착화감과 기능을 향상시켜 세계적인 수준의 배드민턴화 개발에 일조하는데 목적을 두었다. 분석변인들로는 동작 간 신발 안에서 발의 상대적인 움직임, 지면반력과 압력분포, 아웃솔의 마찰력 등을 분석하였다. 또한 17명의 피험자를 통한 주관적인 착화감과 기능에 관련된 주관적인 실험이 실시되었다. A Type 배드민턴화의 경우 높은 뒤꿈치의 위치와 맛맛한 뒷굽의 형태로 신발 안에서 뒤꿈치를 잘 잡아주지 못하는 것으로 나타났다. 따라서 A Type 배드민턴화가 약 40%이상 발이 신발 안에서의 미끄러짐 현상이 일어났으며 충격력의 형태나 최대 압력분포도 높게 나타났다. Type A 신발의 경우 Type B와 같이 자연스러운 굴곡이 발의 볼쪽에 서 일어나지 않고 전족부근에서 일어났다. 요약을 하면, 두 신발 간에 몇몇 차이점들이 발견되었고 A Type 배드민턴화의 기능을 향상하기 위해서 보완가능 요인들이 제시되었다.

ABSTRACT

S. B. PARK and S. K. PARK. Biomechanical Testing and Evaluation for Korean Badminton Shoes Project(I). Korean Journal of Sport Biomechanics, Vol 19, No 1, pp 149-157. 2009. The purpose of this project was to determine biomechanical differences between Type A(Korean brand) and Type B(world top brand) badminton shoes and to make recommendations to improve the fit and function of Type A badminton shoes. Measurements of shoe shape and dimensions, foot movement within the shoe, cushioning of ground reaction forces, in-shoe pressure and outsole traction were performed. In addition, subjective feedback of the fit and function of the shoes was quantified for 17 recreational badminton players. Type A shoe had a much higher heel and shallower heel cup, so the heel was not secured well in the shoe and the ankle joint was higher off the ground. Foot slippage was up to 40% greater in Type A shoe than Type B shoe. Impact forces and peak pressures under the foot were generally higher with Type A shoe compared to Type B shoe. The flexion axis of Type A shoe occurred in the midfoot, not at the ball of the foot like Type B shoe, where you would want the shoe flexion to occur. In summary, there are several characteristics where A Type shoe and B Type differ. Therefore, a few recommendations are provided to help improve the fit and function of A Type shoe.

KEYWORDS : BADMINTON SHOES, VAS(Visual Analogue Scale), GRF, PEAK PRESSURE, FOOT SLIPPAGE, TRACTION

I. 서론

국내의 생활체육 중 배드민턴 종목은 가장 대중적인 스포츠로 각광을 받고 있으며 최근에 와서는 올림픽 등의 국제경기에서 괄목한 성과를 나타내고 있다. 국민 스포츠로 자리매김하고 있는 배드민턴의 대중화와 국제화에 발 맞춰 과학적인 배드민턴에 관한 경기 기술 연구뿐만 아니라 장비나 배드민턴화에 관한 개발의 선진화가 이루어져야 할 것이다(김태형, 1998).

배드민턴은 실내경기로서 빠른 스피드와 강한 체력을 요하며, 그 매력은 게임 시 연출되는 다양한 기술 시도에 있다(박승범, 1989). 배드민턴에 사용되는 셔틀콕은 속도와 방향이 매우 다양하고 갑작스럽게 변화하기 때문에 경기 중 달리기, 도약, 몸의 회전 및 굴곡과 신전 등이 요구되며, 또한 민첩성, 순발력, 지구력 등의 전문적인 체력이 필요하다(이상경, 1992).

전문운동화의 경우 경기력과 부상 또는 편안함에 영향을 미친다. 특히 배드민턴은 무릎을 구부리거나 측면으로 빠르게 이동하고 점프 등 매우 빠른 움직임들도 구성되는데, 서비스(service), 클리어(clear), 드롭(drop)을 기초로 하여 하이클리어(high clear), 스매시(smash), 드롭 샷(drop shot) 등의 다양한 기술로 구성된다. 이러한 다양한 동작을 요구하는 배드민턴 경기에 있어서 배드민턴화는 중요한 역할을 한다. 배드민턴의 특성에 적합하지 않은 신발을 착용했을 시 경기력의 저하뿐만 아니라 상해의 가능성 또한 커지게 된다. 선행연구에서 배드민턴 경기 간 약 58%의 상해가 하지에서 발생하며 상해의 형태는 74%가 반복적인 관절에 부하로 인한 관절 부위의 상해로 알려지고 있다(Jorgensen, 1999). 특히 하지의 상해 중에서 발목의 인대(Achilles tendon)부위에 고통을 호소하는 경우가 많다고 보고되어 지고 있다(Fahlström, Lorentzon & Alfredson, 2002). 하지만 이러한 배드민턴 경기의 특성과 이로 인한 상해의 특성을 고려한 배드민턴화가 매우 중요하겠다. 하지만 국내의 경우 전문화된 배드민턴화가 부족하여 대부분 외국에서 개발한 배드민턴화를 착용하고 있으며, 국내의 많은 클럽 및 동호인, 전문 선수를 위한 한국형 배드민턴화가 부족한 실정이다.

다. 배드민턴화는 발에 잘 맞아서 발과 신발 사이의 움직임이 최소화하여야 하며 움직임이 클수록 불편함이 발생하여 이로 인한 경기력 저하 등 부정적인 영향을 미칠 수 있다. 또한 경기 중에 빠르게 일어나는 다양한 동작들을 수행 시 미끄러짐을 예방하기 위해 신발의 마찰력이 충분히 높아야 한다. 뿐만 아니라, 착화 시 불편함이나 상해를 최소화하기 위해서 쿠션과 안정성이 제공되어야 하며, 때로는 선수들이 배드민턴화를 신고 수 시간에 걸쳐서 착용하기 때문에 반드시 편안함이 제공되어야 한다.

배드민턴에 관련된 선행 연구를 살펴보면 대부분 배드민턴 동작에 관련된 연구가 이루어져 왔다. 국외의 경우 스트로크 기술의 차이점을 분석한 연구(Cowitzke & Milner, 1988), 효율적인 스매시 동작을 위한 배드민턴 스텝에 대한 운동학적 분석(Grice, 1996), 스매시 동작에 대한 운동학적 연구(Cooper, Adrian & Glassow, 1982), 임팩트 시 동작 분석(Bunn, 1972) 등이 있으며, 국내의 선행연구는 배드민턴 동작에 대한 연구(김혁, 2002; 소재무, 한상민, 서진희, 2003), 숙련자 비숙련자의 비교(류재청, 김익상, 2003), 샷의 운동학적분석(김창범, 유재광, 2002; 오정환, 최수남, 정익수, 2005)이 있다. 하지만 코트 스포츠로써 배드민턴과 비슷한 테니스의 경우 경기용 바닥과 관련되어 많은 테니스화의 연구들이 진행되고 있다(이중숙, 김용재, 박승범, 2004; 김정태, 2002). 이에 비해서 국내의적으로 배드민턴화와 관련된 연구들은 전무한 실정이다. 특히 국내의 배드민턴 동호인 및 선수의 증가에 비해 전문 배드민턴화의 평가나 개발이 매우 미흡한 실정이다. 따라서 본 연구는 한국의 대표적인 브랜드의 제품과 세계적인 배드민턴 제품과의 비교 평가를 통해서 향후의 제품개발에 자료를 제공하고 나아가 국내 브랜드의 세계 시장점유율에 증가에 기여하고자 한다.

II. 연구방법

1. 연구대상

본 연구는 한국형 배드민턴화 개발을 위해 개발 배드민턴화(A Type)와 유명 배드민턴화(B Type)를 대상으로 주관적 평가를 실시하였으며, 각 신발의 생체역학적 성능평가를 위해 고속카메라, 수직지면반력 및 족저압력, 기계적 마찰력 측정을 실시하였다. 본 연구에 사용된 배드민턴화는 <그림 1>과 같다.

주관적 평가를 위해 17명의 신체 건강한 20-30대의 아마추어 배드민턴 선수들이 참가하였으며, 연구에 참여한 피험자의 운동 경력과 신체적 특성은 <표 1>에 나타나 있다. 이어서 고속카메라, 수직지면반력 및 족저압력 측정에 2명의 피험자가 참가하였다(표 2).



그림 1. 실험에 사용된 배드민턴화 (좌 : A Type, 우 : B Type)

표 1. 1차 실험에 참가한 17명의 피험자의 신체적 특징 (연령, 신장, 체중, 경력, 운동수준)

n=17	Age (yrs)	Height (cm)	Weight(kg)	Experience (yrs)	How often play(times/week)
Mean	28.12	174.53	67.53	9.71	3.71
SD	13.44	10.36	9.49	7.91	2.37

표 2. 2차 실험에 참가한 2명의 피험자의 신체적 특징 (연령, 신장, 체중)

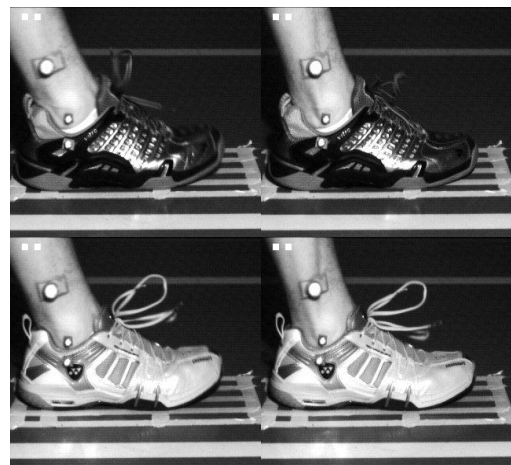
	Age(yrs)	Height(cm)	Weight(kg)
Subject1	22	182	74.5
Subject2	20	179	71.4

2. 측정변인

주관적 평가를 위해 17명의 아마추어 배드민턴 선수들은 각 신발을 20분간 착용한 후 VAS(Visual

Analogue Scale) 측정 방법을 통해 편안함(comfort), 마찰력(traction), 쿠션(cushioning), 신발 안에서의 발의 움직임(foot movement inside shoe), 착화감(fit), 발아치의 지지(arch support), 내측면과 외측면의 지지(medial/lateral support) 등의 항목에 대하여 설문을 실시하였으며, 설문은 1(나쁨)에서 10(좋음)까지의 점수 중 각 항목별로 평가하였다.

고속카메라 측정은 각 배드민턴화 안에서 발의 상대적인 움직임을 측정하기 위하여 초당 1000 frame의 촬영이 가능한 초고속 카메라를 이용하여 두 명의 피험자를 대상으로 런지(lunge) 동작을 촬영하였다. 반사 마커를 발목 측면 복사뼈와 신발의 뒤꿈치에 부착해서 발이 신발을 기준으로 얼마나 직선적으로 이동되는지를 고속카메라 화상(pixel)의 차이를 계산하여 측정되었다(그림 2). 각 피험자는 각 배드민턴화 당 15번의 런지동작을 실시하여 평균을 산출하였다.



최초 발의 지지 (Initial Foot Flat) 최대움직임 (Maximum Movement)

그림 2. 고속카메라 측정 장면 (상: A Type, 하: B Type)

지면반력기(Kistler사)를 이용하여 2명의 피험자가 런지(lunge) 동작과 컷팅(cutting) 동작을 수행하는 동안 수직지면반력을 측정되었으며, 각 동작 당 10회를 실시하여 평균을 산출하였다.

족저압력 측정은 Pedar-X(Novel사) 압력분포 측정 장비를 이용하여 초당 100프레임의 샘플링으로 컷팅

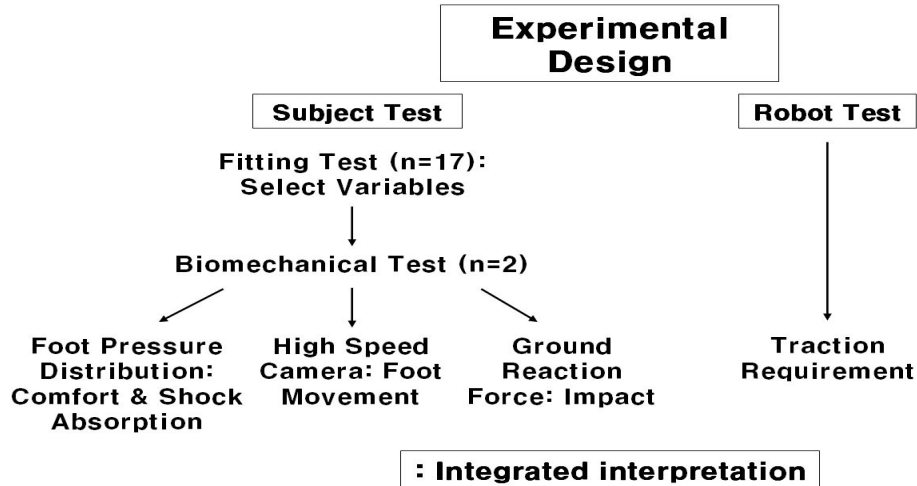


그림 3. 실험설계(Experimental Design)

(side cut) 동작과 런지 (lunge) 동작간의 지지기에 각 신발의 압력분포를 측정하였다.

3. 연구의 설계

<그림 3>에서 배드민턴화의 생체역학적 평가와 분석을 위해서 전체적인 연구 설계가 소개하였다. 크게 피험자를 이용한 실험과 로봇을 이용한 실험으로 나누어서 연구가 실시되었다. 피험자 실험에서 착화감 (Fitting test)를 통해서 분석해야할 변인들을 선정하게 되었고 이를 통해서 크게 세가지의 요소에 관해서 시험이 실시되었다. 착화감과 충격의 흡수와 관련해서 압력분포 측정기와 지면반력기가 사용되었다. 착화감 테스트를 통해서 부각된 문제점이 동작 간 발과 신발 사이에 상대적인 움직임이 크다는 것이었다. 이를 정량적으로 분석하기 위해서 고속 카메라를 이용하여 발이 신발 안에서 미끄러지는 현상을 정량적으로 분석하였다. 또한 로봇을 이용하여 신발이 가지고 있는 마찰력의 수준을 측정하고 이의 결과를 피험자 테스트에서 얻어진 결과와 함께 통합적으로 해석하였다.

4. 통계 처리

주관적 착화감 평가와 기계적 마찰력 평가는 2 tail T test를 이용하여 두 신발 간 평균의 차이를 측정하여 분석을 실시하였으며, 지면반력과 압력분포측정은 각 항목별 피험자 평균의 차이에 대하여 통계적 유의성을 분석하였다. 본 연구의 통계적 유의수준은 $\alpha=0.05$ 로 하였다.

III. 연구결과 및 논의

1. 주관적 평가 결과 및 논의

주관적 평가 결과 전체적으로 A Type 배드민턴화가 B Type 배드민턴화에 비해서 낮게 평가되었다(그림 4, $p=0.00$). 일반적으로 B Type 배드민턴화가 편안함, 마찰력, 쿠션, 외측 지지의 항목에서 A Type 배드민턴화 보다 약간 좋은 것으로 평가되었다 ($p<0.05$). 가장 큰 차이를 보이는 항목은 신발 안에서 발의 움직임, 신발이 발에 잘 맞는 지와 발의 아치를 지지하는 부분에서 B Type 배드민턴화가 좋게 평가되었다. 따라서 피험자들은 A Type 배드민턴화를 신었을 때 발이 상대적으로 많이 움직이는 불편함을 느꼈다. 이와 같은 결과는 A Type 배드민턴화의 1) 높은 내측의 힐 부분 2) 전족부위의 넓은 공간 3) 발의 뒤꿈치부분을 잘

잡아 줄 수 있는 요소나 힐 킵이 미흡함을 들 수 있다.

아치 지지에 관해서는 전족이 굴곡 신전되는 축이 두 신발 간에 큰 차이를 나타냈다(그림 5). B Type 배드민턴화의 굴곡 신전되는 축은 발의 해부학적인 축(MTP: metatarsophalangeal)에서 일어났다. 반면 A Type 배드민턴화는 중족 부위에서 굴곡이 일어나는 경향이 있었다. 일반적으로 신발의 중족 부위에서 굴곡신전축이 있을 시 족저근막에 부하를 증가시켜 불편함을 야기할 수 있다.

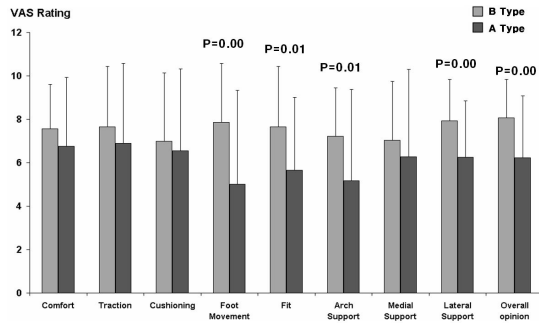


그림 4. 두 신발의 주관적 착화감 평가 결과 (각 막대그래프의 좌 : B type, 우 : A type)

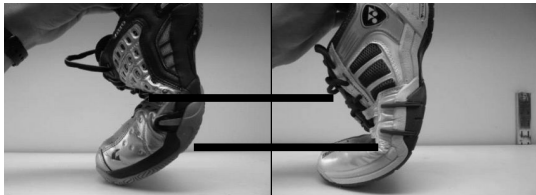


그림 5. 두 신발의 굴곡 축 높이 비교 (좌: A Type, 우: B Type)

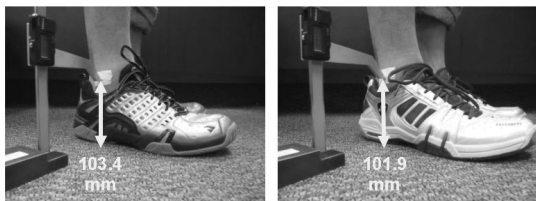


그림 6. 두 신발의 바닥에서 발목까지의 높이 비교 (좌: A Type, 우: B Type)

또한 10명의 피험자를 통해서 신발의 바닥에서 발목까지의 높이를 측정한 결과 약 1.5mm가 A Tape 신발이 높게 나타났다(그림 6). 이러한 결과는 인솔의 두

께가 상대적으로 두꺼워서(9.2mm vs. 4.2mm) 결과적으로 A Type 신발을 신었을 때 발목이 바닥에서 높게 위치하여서 민첩한 동작을 필요로 하는 코트 스포츠에서의 안정성(stability)에 영향을 미친다고 사료된다.

2. 고속카메라 측정 결과 및 논의

고속카메라 측정 결과 A Type 배드민턴화가 B Type 배드민턴화에 비해서 신발 안에서 발이 미끄러지는 현상이 크게 나타났다(표 3). 또한 힐킵 높이의 경우 B Type 배드민턴화는 외측 발목 마커에서 신발의 측면 마커까지의 위치가 A Type 배드민턴화 보다 가깝게 나타났다. 이는 피험자들의 이전의 주관적 평가에서 A Type 배드민턴화를 신었을 때 발이 신발 안에서 상대적 인 많이 움직인다는 것과 동일한 결과를 보여 주고 있다.

표 3. 신발 안에서의 발의 상대적인 움직임

	A Type Sliding [mm]	B Type Sliding [mm]	증가율[%]
Subject 1	5.46 [2.14]	4.71 [2.09]	16
Subject 2	5.83 [2.17]	4.15 [1.89]	40

3. 지면반력 측정 결과 및 논의

수직지면반력 측정 결과는 <그림 7>과 같이 나타났으며 두 신발의 수직지면반력의 형태는 비슷하게 나타났다. A Type 배드민턴화를 신었을 때 첫 번째 피험자의 경우 런지 동작에서 충격력이 약간 높게 나타났으며 (p=0.08), 두 번째 피험자의 경우에도 런지 동작에서 충격력이 높게 나타났었다(p=0.02). 이는 A Type 배드민턴화의 쿠션에 관련된 재질을 향상될 수 있다고 예상된다.

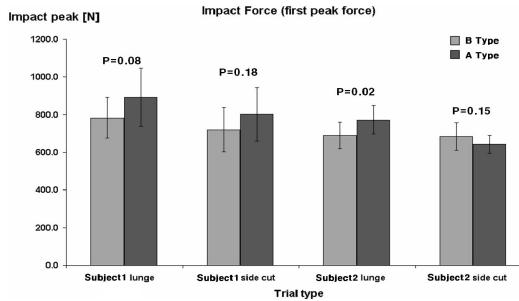


그림 7. 각 피험자의 런지동작과 컷팅 동작간 충격력의 비교(각 막대그래프의 좌: B type, 우: A type)

4. 족저압력분포 측정 결과 및 논의

족저압력분포 측정 결과 런지 동작 간에는 A Type 배드민턴화의 경우 밀어주는 발의 전족부위와 착지발의 뒤꿈치 부위에 최대압력이 높았으며(그림 8), 보행 간 최대 압력도 A Type 배드민턴화의 경우약간 높게 나타났다. 이러한 결과는 주관적 평가에서 쿠션에 관한 설문결과에서 피험자들이 A Type 배드민턴화보다 B Type 배드민턴화가 좋게 평가됨을 설명한다고 생각된다.

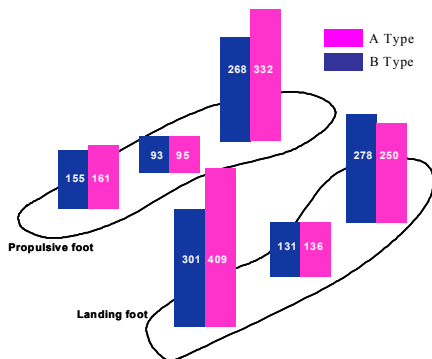


그림 8. 런지 동작간 밀어주는 발과 착지발의 두 신발간의 평균 최대압력(단위: kPa) (각 막대그래프의 좌: B type, 우: A type)

5. 기계적 마찰력 측정 결과 및 논의

마찰력 측정 장비(AFTS, Automated Footwear Testing System)를 이용하여 각 배드민턴화의 아웃솔에 대한 마찰력을 측정하였다. 두 신발의 마찰력은 단풍나무에 폴리에틸렌이 씌워진 바닥 면에서 측정되었다. 직선 마찰력은 572N의 수직적인 부하의 상황에서 바닥 면에 신발을 깔면서 수평 지면반력을 측정하였다. 측정된 수평지면 반력은 수직지면반력(572N)으로 나누어서 정적 마찰계수(static friction coefficient)를 측정하였다. 회전 마찰력(rotational friction)은 바닥 위에 신발을 회전 시켜서 회전 모멘트(Rotational moment, 단위: Nm)를 측정하였으며 회전 모멘트가 높을수록 신발의 회전 마찰력은 크다고 할 수 있다. 직선 마찰력과 회전 마찰력 측정은 각 5회의 반복측정이 실시되었으며 평균을 산출하여 신발 간 마찰력의 수준을 비교하였다.

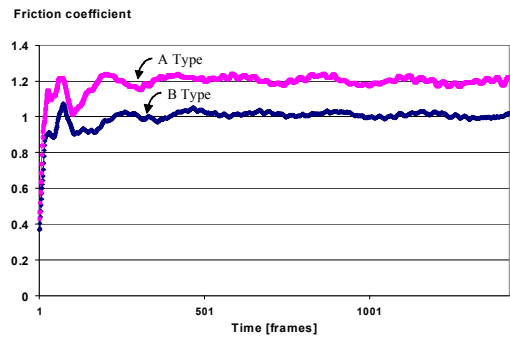


그림 9. 각 신발의 수직마찰력 비교(p=0.02)

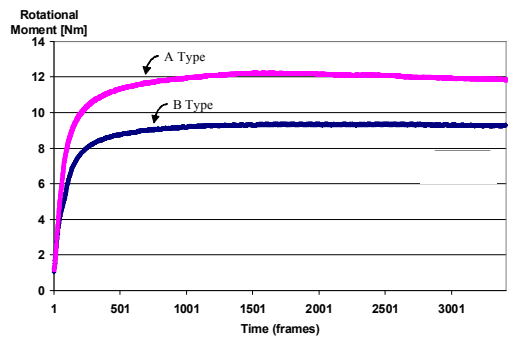


그림 10. 각 신발의 회전마찰력 비교(p=0.00)

측정결과 <그림 9>, <그림 10>과 같이 A Type 배드민턴화가 B Type 배드민턴화보다 마찰력이 높게 측정되었다. 최대 직선 마찰력은 16% 높게($p=0.02$), 최대 회전 마찰력은 35% 높게 나타났($p=0.00$). 일반적으로 두 신발 모두 충분한 마찰력을 보여 주었으나, 주관적 착화감 평가에서 피험자들이 A Type 배드민턴화가 B Type 배드민턴화보다 낫다고 평가하였으며, 이는 경우에 따라서 신발 안에서의 발의 미끄러짐 현상이 피험자들은 충분치 않은 마찰력으로 받아 들일 수 있을 것으로 생각된다.

IV. 결 론

두 배드민턴화의 착화감 실험에서 B Type 배드민턴을 일반적으로 선호하는 것으로 나타났다. 가장 큰 문제점으로 지적된 것은 VAS(Visual Analogue Scale)을 이용한 착화감 실험(Mündermann et al., 2002)을 이용한 측정 방법에서 신발과 발 사이에서의 상대적인 움직임(sliding)이 A Type 배드민턴화에서 크게 느껴진다고 보고 하였다. 따라서 이를 정량적으로 평가하기 위해서 고속카메라를 이용한 촬영이 실시되었으며 A Type 약 16 ~ 40%의 발과 신발간의 상대적 움직임이 큰 것으로 관찰되었다. 또한 지면반력의 첫 번째 피크 형태와 최대 압력분포의 결과를 통해서 착지 시 충격에 대한 신발의 흡수와 관련된 변인들에서 A Type 배드민턴화가 상대적으로 미흡한 결과를 나타내었다. 특히 압력분포와 관련된 요인에서 높은 최대압력분포는 쿠션(cushion)과 연관 지었을 때 선행연구에서 신발의 쿠션으로 인한 착화감(comfort)은 피로도(fatigue)와 연관되어 경기력이나 상해유발과 관련된다고 하였다(Nigg, 2001). 한편 기계적 마찰력을 통한 결과에서는 두 신발 간에 큰 차이를 나타내지는 않았다.

1. A Type(한국형 배드민턴화)과 B Type(해외 브랜드 배드민턴화)의 성능평가 항목별 결과 해석

구체적으로 평가된 두 배드민턴화의 차이점들은 아래와 같이 요약되어진다.

- 1) 아마추어 배드민턴 선수들로 구성된 피험자들은 A Type의 경우 착화감이 부족하다는 점과 신발 내부에서 발이 움직임(foot slippage)이 많으며, 발의 아치를 지탱해주는 점이 충분하지 않다고 하였다.
- 2) A Type의 경우 인솔이 있는 상태에서 내부 뒷꿈치의 높이는 약 5.4mm(19%)가 높게 나타났으며 이러한 이유로 A Type 배드민턴화 착용후 선 자세에 있어 발목의 높이가 상대적으로 1.5mm 높게 나타났으며 전족부 공간인 토박스(toe-box)도 역시 A Type 신발이 다소 큰 공간을 차지하고 있다.
- 3) A Type 배드민턴화의 힐 컵(heel-cup)이 상대적으로 크지 않았다. 힐컵이 너무 낮아서 뒷꿈치를 적절하게 감싸주지 못하였다.
- 4) 발의 미끄러짐은 A Type 배드민턴화가 상대적으로 40% 정도 높게 나타났다. 발의 미끄러짐은 신발 착용에 있어 불편함의 주된 원인이며, 물집이 생길 수 있으며, 발가락 부상 및 수행능력의 저하를 발생시킬 수 있다.
- 5) Type B 배드민턴화의 경우 발의 해부학적 굴곡 축인 중족-족지관절 축과 상응하는 부위에서 자연스러운 굴곡 축을 가지는 반면에 A Type 배드민턴화는 굴곡축이 중족의 부위에서 발생하는 것을 볼 수 있다. 발 해부학적인 측면에서 중족 부에는 굴곡을 원활하게 하는 관절이 부족하기 때문에 스트레스가 발생하고 피험자들은 A Type 배드민턴화가 충분히 발의 아치부분을 지지하지 못한다고 보고하였다.
- 6) 쿠션은 두 신발 간 크게 차이가 나타나지는 않았지만 A Type가 상대적으로 낮게 평가 되었다.
- 7) 신발내의 압력분포 수준은 A Type 배드민턴화가 상대적으로 높은 최대 압력을 나타냈다. 높은 최대 압력일수록 불편함(discomfort)과 밀접한 관계가 있으며(Rosenbaum and Becker, 1997) 이는 피험자들이 A Type가 최적의 쿠션에서 약간 낮게 평가되었다.

8) A Type 배드민턴화가 상대적으로 높은 기계적 마찰력 수준을 나타내었고 착화감 테스트에서는 최적의 마찰력 수준보다 낮다고 평가되었다. 하지만 두 신발 모두 충분한 마찰력의 수준을 가지고 있다고 판단되며 일반적으로 기계적 마찰력 실험에서 충분한 마찰력으로 판단되더라도 피험자들은 착화감 테스트에서는 실제보다 높은 마찰력의 수준을 요구하는 것으로 판단되어 진다.

2. 한국형 배드민턴화의 생체역학적 성능향상을 위한 제언 사항

이와 같이 주요변인들의 분석을 통해서 A Type 배드민턴화의 착화감을 향상시키기 위해서 몇가지 고려보완사항들을 제시하고자 한다.

- 1) 신발 개발 시 코트 스포츠에 있어서 가능한 발목의 높이를 바닥면에 가깝게 낮춰주는 것을 목표로 한다. 이러한 점은 발목 염좌의 위험성을 감소시키며 안정성을 제공한다. A Type 배드민턴화의 인솔이 매우 두껍기 때문에 인솔의 두께를 줄이거나 미드솔의 높이를 줄이는 방식으로 힐의 높이를 낮출 수 있다.
- 2) A Type 배드민턴화는 힐 컵이 너무 낮아 뒷꿈치를 보호하는데 문제가 있을수 있다. 결국 뒷꿈치가 미끄러지는 현상을 보이고 신발내부에서 발이 미끄러짐이 증대한다. 많은 코트 전용 신발들은 딱딱한 힐 카운터(heel-counter)를 적용하거나 신발 내부에 뒷꿈치의 움직임을 최소화 하기 위해서 잠금 시스템을 채택하고 있어 이를 고려 해볼수 있겠다.
- 3) 토 박스의 높이나 너비를 다소 줄이면 역시 동작시 발을 신발 안에서 잘 고정 시킬수 있을 것이다.
- 4) 신발의 쿠션 정도는 미드솔의 재료를 교체하면 충분히 변화 시킬수 있다. 미드솔 재료에 있어 완전한 탄성(elastic) 재료보다는 소량의 점탄성(viscoelastic) 재료가 높은 쿠션닝을 보여줄 수 있으므로(Nigg, 1986) 소재의 변화와 함께 미드솔과 인솔사이에 보드 레이어(board layer)를 제거 할수도 있겠다.

5) A Type 배드민턴화의 굴곡축을 중족부위가 아닌 종지굴축에서 이루게 할수 있겠다. 적절한 굴곡축에서 굴곡이 일어나기 위해서는 탄소섬유(carbon fiber)와 같은 견고한 재료로 아치 지지를 증대시킴으로서 이루어 질수 있을 것이다.

6) 발의 미끄러짐과 피팅(fitting)은 신발끈 시스템을 수정함으로 향상될 수 있겠다. 전족의 피팅 증대와 발의 미끄러짐 감소를 위해 전족부위에 잠금장치 형태(strap)를 추가 하거나 발의 부위별 피팅을 위해서 신발의 끈 시스템을 전족부와 중족부에서 분리시킬 수도 있겠다.

3. 후속연구

결론적으로 A Type 배드민턴화 보다는 B Type 배드민턴화를 보다 선호되는 것으로 나타내었지만 이는 어디까지나 상대적 비교임을 나타낸다. 현재는 본 결과를 토대로 개선된 제품의 2차 배드민턴화가 개발되었으며 개선된 요인들에 대한 검증을 위해서 생체역학적인 성능평가를 계획하고 있다.

참고문헌

- 김정태(2002). 테니스화 걸창과 테니스 스포츠 바닥재간의 마찰관계상관 분석. **한국운동역학회**, 12(2), 361-380.
- 김창범, 유재광(2002). 여자중학생 배드민턴 하이클리어 동작의 운동학적 분석. **한국운동역학회지**, 12(2), 91-107.
- 김태형(1998). 배드민턴 단식경기 기술에 관한 남녀 비교분석. 미간행 석사학위논문, 전남대학교 대학원.
- 김혁(2002). 배드민턴 크리어와 드롭 동작에 관한 운동학적 비교분석. 미간행 석사학위논문, 전남대학교 대학원.
- 이중숙, 김용재, 박승범(2004). 기능성 전문 테니스화의 족저압력분포 분석. **한국운동역학회지**, 14

- (3), 99-118.
- 류재청, 김익상(2003). 숙련자와 미숙련자의 배드민턴 스매시 동작의 운동학적 비교 분석. *한국운동역학회지*, 13(2), 139-160.
- 박순복(1985). **배드민턴 기술동작 분석**. 미간행 석사학위논문, 이화여자대학교 대학원.
- 소재무, 한상민, 서진희(2003). 숙련도에 따른 배드민턴 스매시 동작의 운동학적 변인 비교. *한국운동역학회지*, 13(2), 65-74.
- 오정환, 최수남, 정익수(2005). 배드민턴 드롭샷 동작의 운동학적 분석. *한국운동역학회지*, 15(1), 221-235.
- 이상경(1992). **배드민턴 서브동작에 관한 운동학적 연구**. 미간행 석사학위논문, 한국교원대학교 대학원.
- Broer, M. R., & Zernicke, R. F.(1979). *Efficiency of Human Movement (Fourth ed.)*. W.B. Sanders Company, 312-321.
- Bunn, J. W.(1972). *Scientific Principles of Coaching*. Englewood, New Jersey : Prentice-Hall.
- Cooper, J. M., Adrian, M. & Glassow, R. B.(1982). *Kinesiology*. Missouri: The C. V. Mosby Company, 276-279.
- Fahlström M., Lorentzon R. & Alfredson H.(2002). Painful conditins in the Achilles tendon region: a common problem in middle-aged competitive badminton players. *Knee Surgery, Sports Traumatology and Arthroscopy*, 10, 57-60.
- Gowitzke, B. A., & Milner, M.(1988) *Scientific Bases of Human Movement (third ed.)*. WILLIAMS & WILKINS, 48-53.
- Grice, I.(1996). *Badminton-Step to Success*. IL: Human Kinetics, 1, 373.
- Jorgensen U.(1999). Badminton Injuries. *Sports Medicine*, 10(1), 59-64.
- Nigg, B. M.(1986). *Biomechanics of running shoes*. Human Kinetics, Champaign, Ill.
- Nigg, B. M.(2001). The role of impact forces and foot pronation: a new paradigm. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 11(1), 2-9.
- Mündermann, A., Nigg B. M., Stefanyshyn D. J. & Humble N.(2002). Development of a reliable method to assess footwear comfort during running. *Gait & Posture*, 16(1), 38-45.
- Rosenbaum, D., Becker, H.(1997). Plantar pressure distribution measurements. Technical background and clinical applications. *Foot and Ankle Surgery*, 3(1), 1-14.

투 고 일 : 01월 31일

심 사 일 : 02월 16일

심사완료일 : 03월 24일