

스포츠웨어의 기능성 평가

-생리적 반응을 중심으로-

최정화, 김명주*, 이형국**

서울대학교 생활과학대학 의류학과, *서울대학교 생활과학연구소,

**서울대학교 체육연구소

1. 스포츠 웨어의 기능성 평가 연구의 필요성

최근 국내의 스포츠 웨어 시장은 스포츠의 전문화와 스포츠 레저 및 생활 체육 인구의 증가, 국내에서 개최되는 세계적 스포츠 제전 등을 계기로 새로운 전기를 마련하고 있으며, 다양한 신소재의 개발 또한 끊임없이 이루어지고 있다. 따라서 전세계

적인 트렌드를 놓고 볼 때, 스포츠·레저는 패션 시장을 주도할 키워드임에 분명하다. 그러나, 아직 국내의 의류 소재 및 스포츠 웨어 제조업체는 이를 충분히 활용하지 못하고 있을 뿐만 아니라 기능성과 심미성을 동시에 갖춘 스포츠 웨어의 개발을 위한 노력이 아직도 미흡한 실정이다.

또한 스포츠 웨어에 관해 국내에서 이루어진 연

Table 1. 국내 연구 동향

연구 분야	연구 동향
의류 소재 및 디자인	<ul style="list-style-type: none"> · 스포츠 웨어의 소재에 관한 연구 <ul style="list-style-type: none"> 투습 방수 직물과 축열 보온 섬유를 이용한 스키 웨어의 쾌적감(조길수 등, 1992) 시판 에어로빅복의 재료 특성에 따른 쾌적 성능에 관한 연구(류숙희 등, 1991) 운동복의 기능성과 쾌적감성에 관한 연구(이영숙 등, 1991) 에어로빅복의 소재 차이에 따른 착용감에 관한 연구(이미경 등, 1998) 기능적 Sports-Brassiere 개발에 관한 연구(최혜선 등, 1996) 보온력이 상이한 의복 착용 습관이 운동 능력에 미치는 영향(이종민 등, 1997) 태권도복 상의의 운동기능성에 관한 연구(최혜선 등, 1989) 축구복 소재의 물성평가(전영민 등, 2000) 태권도복 소재의 성능 및 착용감의 개선을 위한 연구(전영민 등, 2002, 2003) PTT를 사용한 수영복 소재 개발(정승은 등, 2002, 2003) 한국적 이미지를 적용한 수영복 디자인 개발에 관한 연구(최경희 등, 2002, 2003) 등 · 최근 국내에서 개발된 스포츠 웨어의 소재 <ul style="list-style-type: none"> 축열 보온 소재: 코오롱의 "SUNSAVE", 효성 T&C의 "SOLARINA", 삼양사의 "SOLARAY" 고기능성 투습 방수 소재: 코오롱의 "HIPORA-NP"와 "ECCRINE", 새한의 "SAENTECH", 효성생활산업의 "PROACT" 고기능성 흡한 속건 소재: 효성의 "AEROCOOL" 등
피복 생리	<ul style="list-style-type: none"> 에어로빅 운동시 의복 조건에 따른 인체 생리반응과 의복기후에 관한 연구(이원자 등, 1995) 유산소 운동시 투습 방수 소재 스포츠웨어의 소재별 인체 생리 반응과 쾌적감(조지현 등, 1999) 태권도복 소재별 인체생리반응과 주관적 감각에 관한 연구(최정화 등, 2003) 등
운동 생리	<ul style="list-style-type: none"> 최대하 운동시 스포츠웨어 재질에 따른 인체생리 변화(남상남, 1988, 1994) 기온 변화와 운동복 형태가 운동 중 인체에 미치는 영향(김광희 등, 1999) 등

구 역시 주로 재료 특성을 중심으로 다루었으며, 실제 운동 환경별, 운동 종목별로 인체 착용 실험을 통해 그 기능성을 평가하거나, 또는 학제간 연구를 통하여 스포츠 웨어를 종합적으로 연구 검토한 사례는 전무한 현실이다. 향후, 과학적인 연구 결과들이 제공됨으로써 지금보다 기능성이 제고되고 고부가 가치를 가진 스포츠 웨어가 개발되기 위해서는 관련 업체 및 관련 학계에서의 전문적인 연구가 체계적으로 이루어져야 할 것이다. 또, 이를 위해서는 보다 적극적인 투자가 절실하다고 생각된다.

2. 스포츠 웨어의 기능성 평가 연구의 국내의 동향

2.1. 국내 연구 동향 및 수준

Table 1과 같이, 스포츠 웨어에 관해 국내에서 이루어진 연구는 주로 재료 특성을 중심으로 다루었

으며, 착용 실험을 통하여 기능성을 평가하는 등 피복 생리학적 측면에서 심도 있게 다루거나 학제간 연구를 통하여 스포츠 웨어를 종합적으로 연구 검토한 바는 미비한 실정이다. 또한 국내에서도 신소재들이 많이 개발되고 있기는 하나, 이를 충분히 활용하지 못하고 있을 뿐 아니라 시장성의 결여로 생산이 중단되는 경우도 많다. 즉, 최근 국내의 스포츠 웨어는 스포츠의 전문화와 스포츠 레저 및 생활 체육 인구의 증가, 국내에서 개최되는 세계적 스포츠 제전 등을 계기로 새로운 전기를 마련하고 있으나, 실제 운동과 관련시켜 스포츠 웨어의 인체 생리학적 변화를 통하여 그 기능성을 평가하는 연구는 미흡한 실정이다.

2.2. 국외 연구 동향 및 수준

Table 2와 같이 국내의 의류 소재 및 스포츠 웨어 제조업체는 기업의 규모가 작고, 외국의 기술과

Table 2. 국외 연구 동향

연구 분야	연구 동향
의류 소재	· 스포츠 웨어의 소재에 관한 연구 운동시 땀 흡수 특성의 수분 전달 특성에 관한 쾌적감(M.A. Morris <i>et al.</i> , 1985) 투습방수 소재의 수분전달 특성에 관한 연구(J.C. Gretton <i>et al.</i> , 1998), 인간-의복-환경계에서의 수분 및 열 전달에 관한 모델링(Y. Li & Holcombe, 1998) 피복재료의 습윤 상태에서의 통기성 변화에 관한 연구(P. Gibson <i>et al.</i> , 1999) 등 · 대표적인 스포츠 웨어 소재 TEIJIN의 "SILSAFIA"와 "VIXY" (스키복, 윈드 브레이커, 수영복, пам복, 에어로빅복) TORAY의 "PICEME" (스키복, 골프 웨어, 육상선수복) TOYOBO의 "BREATH THERMO" (스키복, 1994년 릴레함메르 동계 올림픽), "AQU" (수영복) KANEBO의 "BISERL" (수영복, 스키복) ASAHI의 "RESPECK" (윈드 브레이커, 골프 웨어, 스키복, 등산복) KURARAY의 "PACONIA" (일반 스포츠 웨어), "SPANTEL" (수영복, 에어로빅복) UNITIKA의 "AQUALINE" (수영복), "SARACOO" (일반 스포츠 웨어) 등
피복 생리	운동시 발한 조절 차이에 대한 의복의 효과(T. Araki <i>et al.</i> , 1985). 니트 직물의 스포츠웨어 착용자의 생리적 반응과 심리적 감각(Y. Li, 1988) 직물의 수분 전달 특성에 따른 의복내 온도와 습도에 관한 연구(J.O. Kim, 1999) 자외선 노출시 내일광성 기능복의 성능에 관한 연구(P.H. Gies <i>et al.</i> , 1998) 더운 환경에서의 스포츠웨어 착용감의 평가(U. Hitomi, 2000) 등
운동 생리	축구복 착용시 운동과 회복시의 생리적 반응(K.M. Donal <i>et al.</i> , 1969) 아마추어 선수의 장거리 달리기에서의 운동복의 영향(Stevens, 1983) 모터 사이클링시 의복의 두께와 쿨링간의 관계(R.I. Woods <i>et al.</i> , 1986) 수영 후 착용하는 스포츠웨어와 요통과의 관계(E. Verni <i>et al.</i> , 1999) 의복 종류에 따른 증발저항과 운동지속 시간과의 관계(T.E. Bernard <i>et al.</i> , 1999) 등

패션을 그대로 모방 혹은 수입하는 수준으로 기능성과 심미성을 동시에 갖춘 스포츠 웨어를 개발하려는 노력이 저조한 상황이다. 구미 선진국의 경우에도 이러한 연구가 일부 대기업에서 수많은 전문 연구원을 채용, 연구 개발에 많은 투자를 하지만 기업의 정보 보안상 연구 발표는 하고 있지 않는 실정이다.

3. 기능성 스포츠 웨어 개발을 위한 접근 방법

스포츠 웨어는 경기력을 최대한 발휘할 수 있도록 해야 하므로 착용하는 의복의 운동 기능성은 물론 생리적 쾌적성이 충분히 고려되어야 한다. 따라서 선진국에서는 생체 역학, 의학, 의복 생리학, 운동 생리학 등의 과학적 연구와 첨단 기술이 합쳐져 단순한 의복의 수준을 넘어서 스포츠 장비(sports equipment)라는 개념이 도입되고 있다. 특히 기능성 스포츠 웨어의 목적이 환경 조건과 운동 영역에서 인체를 보호하고 건강과 안전을 증진시키고, 기량이나 기록을 향상시키기 위한 것이라고 볼 때, 실제로 스포츠 웨어를 착용한 후 인체의 생리적 반응 등의 측정을 통해 기능성을 객관적으로 평가하고 이를 인정받는 과정이 절대적으로 필요하다. 이를 위하여 스포츠웨어의 기능성을 평가할 때 연구 수행의 접근 방법을 예를 들면 Figure 1과 같다.

우선 전문 스포츠인 및 일반 스포츠 애호가를 대상으로 설문지 조사 및 각종 스포츠의 실제 현장에서의 문제점, 요구사항의 조사를 토대로 국내외 스포츠 웨어의 현황을 파악하고 기존의 제품을 비교 분석한다. 이후 스포츠 웨어에서 요구되는 일반적인 특성 즉, 피복 재료의 신축성이나 스트레칭성, 보온성, 통기성, 흡습성, 충격에 대한 방호성, 취급 및 관리 용이성 등을 고려한 소재를 선정, 그 성능을 평가한 후 디자인 측면에서의 소비자가 요구하는 기능성, 패션성, 심미성, 상징성에 대하여 충분히 검토한 후, 그 자료를 토대로 스포츠 웨어를 개발, 시제품을 제작한다. 마지막 단계로 전문 스포츠인을

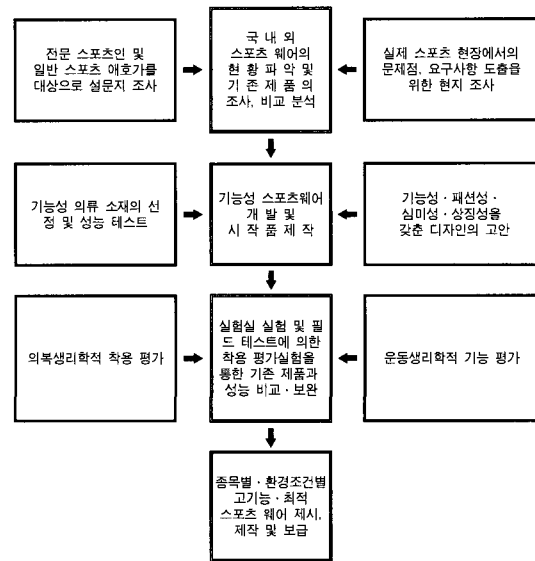


Figure 1. 기능성 스포츠 웨어 개발을 위한 접근 방법.

피험자로 하여 실험실 및 필드에서의 착용 실험을 통해 의복 및 운동 생리학적 성능을 평가함으로써 스포츠 웨어의 적합성을 판정하고, 피드백을 통하여 시제품의 결점을 보완하고 강화함으로써 궁극적으로 스포츠 종목별, 환경 조건별 운동 강도에 따른 고기능, 최적의 스포츠 웨어를 제시하도록 하는 것이다.

4. 스포츠웨어의 기능성 평가 요소

4.1. 운동 생리학적 기능 특성

운동이 인체에 미치는 생리학적 영향은 운동 수행 단계(운동기, 회복기 등)에 따라, 운동 수행 형태(고강도의 단시간 혹은 저·중강도의 장시간 운동형태 등)에 따라, 또 운동 수행 환경(추위 혹은 더위 자극 등)에 따라 그 특성을 달리한다. 따라서 실제 스포츠 현장에서의 문제점 및 요구 사항을 도출하기 위해서는, 스포츠 종목별로 각각의 운동 기능 특성을 구명해야 한다. 이를 위해서 현장 조사, 측정, 관찰 및 현장 인터뷰, 설문지 조사와 더불어 운동 역학적 방법(비디오 촬영 및 동작 분석 등)이 응

용될 수 있으며, 이를 통해 문제점 및 요구 사항을 도출하고 그 결과를 소재 및 디자인 선정에 반영해야 한다.

이에 운동 생리학적 기능 특성을 운동 수행 단계, 운동 수행 형태, 운동 수행 환경에 따라 구체적으로 살펴보면 다음과 같다.

4.1.1. 운동 수행 단계

우리가 운동할 때 입는 스포츠 웨어의 기능에는 신체 보호 및 체온의 항상성 유지, 동작 적응능 유지 등이 거론된다. 스포츠 웨어는 운동시 주어질 운동 강도에 체내 에너지 대사과정이 잘 작용할 수 있도록 세포 차원에서 적정온도가 유지되도록 해야 하며, 그 과정 중 발생하는 땀과 체온변화에도 잘 대비할 수 있어야 한다. 운동단계에서는 안정시에 비해 체내 과잉 수분 생산과 발열량 증가, 그리고 심폐기능 요소에 미치는 영향, 체온 증가 등의 변화에 신속한 조절기능이 발휘되어야 한다. 스포츠 웨어는 운동시 발생된 과잉수분의 체외 배출을 위한 발한 기전과 피부로부터 이 땀을 신속히 흡수시키는 흡한 작용, 그리고 냉각 기전을 통한 체온조절 작용 등에 합당한 생리적 기능성을 지녀야 할 것이다.

한편, 스포츠 웨어가 이러한 생리적 기능성을 충분히 갖춤으로써, 의복 기후가 항상 쾌적하게 유지될 수 있다면, 운동을 준비하는 시기에서 뿐만 아니라, 운동 수행 중, 더 나아가 운동 종료 후 회복 기에까지, 인체는 최적의 상태 유지가 가능할 것이며, 여기에 운동심리적인 요인이 뒷받침된다면, 만족할 만한 결과를 얻는데 직, 간접적인 영향을 미칠 것으로 사료된다.

4.1.2. 운동 수행 형태

운동 수행시 운동하는 강도에 따라, 크게 나누어 보면, 단 시간에 급격한 동작으로 신체를 움직여야 하는 운동과 약한 강도로 오랜 시간 신체를 움직여야 하는 운동 등으로 구별된다. 이로 인해 운동 에너지 생산시 부수적으로 발생하는 열 발생 또한 다양하다.

낮은 강도로 오랜 시간 운동을 하게 되는 장거리 달리기, 사이클, 에어로빅 같은 유산소성 운동(aerobic exercise)과, 이와 반대로 높은 강도로 짧은 시간 운동하게 되는 단거리 달리기, 역도, 던지기 같은 무산소성 운동(anaerobic exercise)이 있다. 즉, 스포츠웨어가 지녀야 될 의복의 생리적 조절 기능은 어떠한 유형의 운동을 수행하는가에 따라서 차별화 되어야 한다.

단시간 고강도의 운동 상황(short-term high-intensity exercise)인가 혹은 저·중강도의 장시간 운동 상황(long-term low-intensity exercise)인가가 바로 이것인데, 우선, 단시간 고강도의 운동시에 요구되는 신체적 적응으로는 근수축 기전이 단시간에 빠른 동작을 수행할 수 있도록 적정 온도에 신속하게 도달할 수 있어야 하며, 운동수행 직후에도 보다 빠르게 안정시 신체 상태로의 회복될 수 있도록 기능성 발휘가 요구된다. 반면에, 저강도 장시간 운동에서는 그 운동을 지속시키기 위해 필요한 에너지의 공급으로 인해 발생하는 열의 체외 발열과 과잉 생성된 체내 수분을 잘 처리할 수 있도록 하는 기능성이 무엇보다도 강조된다.

이 장시간 운동 환경에서는 단시간 운동과정과는 달리, 매우 많은 양의 땀 분비가 일어나기 때문에 이에 합당한 기능을 하는 스포츠 웨어를 착용함으로써 땀 흡수로 인한 의복 무게 증가가 운동수행에 부담으로 작용하지 않도록 도움을 줄 수 있어야 할 것이다.

4.1.3. 운동 수행 환경

고온이나 저온 환경하에서 운동할 때 스포츠 웨어가 갖추어야 할 대표적인 기능은 운동 상해 발생 예방이나 근수축 적정온도로의 상승 그리고 체온 상승에 따른 발한, 적정 체온 유지 및 보온 등이다. **고온 환경:** 인체는 고온 환경에 처하게 되면, 체표면적을 넓힘으로써 피부혈관이 확장되고 방열 면적도 증가된다. 이로 인해 능동 한선의 수가 증대되고, 발한 또한 현저히 증가된다. 급속한 발한작용 후에 땀의 염분농도가 저하되고, 이어 체내 전해질

부담이 발생하게 된다.

더군다나, 고온 환경에서 운동을 수행을 하게 되면 위와 같은 인체 변화와 더불어 심박수, 심박출량, 최대 산소섭취량, 환기량 등의 심폐 순환 기능 요소와 혈액, 전해질, 호르몬 농도 등의 체액 요소, 그리고 심부온도나 탈수 등에 큰 변화가 나타난다.

따라서, 고온 환경에서 운동시, 탈수 예방과 체온 조절 등에 도움을 주는 기능성 스포츠 웨어가 요구된다.

우선, 탈수에 관해 살펴보면, 평상시에 운동에 적응된 사람일 경우에 운동중 시간당 3 리터, 하루에 12 리터까지 수분이 손실 될 수 있다. 만약, 여름철 운동수행으로 심한 발한이 수시간 동안 지속되면 땀샘이 피로해지고, 심부 온도의 조절도 어렵게 된다. 이 탈수 현상이 지속되면 혈장량과 발한량 등에 심각한 감소를 보이게 되고, 그 결과 체온조절 기능도 점차 저하되어 결국, 운동수행 능력에 악영향을 미치게 된다(Armstrong, Costill, & Fink, 1985; 이형국 외, 1999). 더군다나 장시간 힘든 운동이 이 환경에서 수행된다면, 무엇보다도 수분 손실 임계량의 보전에 관심을 기울여야 한다.

또, 하나는 심각한 체온상승 예방이다. 예를 들면, 더운 환경 하에서 상의를 벗고 운동하면, 땀이 밑으로 그냥 흘러내려, 무효 발한량이 증가하여, 오히려 열 발산에 불리하게 된다. 따라서, 런닝셔츠 등 적절한 의복 착용으로 유효 발한량을 증가시켜 땀 흡수와 열 발산에 긍정적인 작용을 하도록 하는 것도 필요한 조치이다.

저온 환경: 고온 환경에서와는 달리, 외부 저온 환경으로 인해 체온이 35도 이하로 저하된다면, 정신적 기능이 손상됨은 물론, 운동 신경 기능에 저하가 유발된다. 그리고 그 이하로 떨어지면, 기본적인 혈액 순환 이상 및 사지 근육에 경직 현상 등의 발생으로 심하게 되면 생명유지에 악영향을 미치게 된다.

저온 환경에서의 우선 관심 두어야 할 것은 한랭에 의해 혈관의 기능이 침해를 받아 세포가 질식 상

태에 빠짐으로써 일어나는 동상의 예방이다. 이를 예방하기 위해서는 직접 추위에 노출되지 않도록 체표면의 보호·보온에 주의해야 한다. 이 때, 의복이 그 기능을 충실히 해 주어야 한다.

저온 환경에서는, 운동수행에 앞서 저항도의 근 수축 및 이완이 포함된 충분한 준비운동이 특히 강조된다. 이 때 적절한 스포츠 웨어의 착용으로 그 효과를 상승시킬 수 있다.

피부와 면해 있는 공기층이 두꺼울수록 열 차단 효과가 크게 나타나기 때문에, 추운 환경에서의 준비운동시에는 가볍고 얇은 옷감으로 여러 벌을 착용하는 방법으로 열 차단효과를 크게 할 수 있어, 신체가 보온되며, 이로 인해 운동 수행에 알맞은 적정온도까지의 가온도 손쉽게 된다.

한편, 운동중에는 발한 작용을 통해 열 발산이 충분히 일어나야 하며, 반면에, 지나친 발한으로 인한 과도한 열 손실으로 인해 저체온 상황이 발생하지 않도록 하는 기능 또한 스포츠 웨어가 갖추어야 할 것이다.

다음의 Table 3은 운동 종목별 운동 기능 특성과 생리학적 평가요소를 나타낸 것이다. 스포츠웨어의 선택은 하고자 하는 운동종목에 따라 달라진다. 물론 선택한 운동종목이 위에서 서술한 운동 수행 단계, 운동 수행 형태, 또 운동 수행 환경 등을 고려해야 함은 필수이다.

결론적으로, 만약 외부 온도가 높거나 낮은 환경 하에서 운동을 수행하게 될 때, 적정 온도 환경보다는 더 많은 생리적 부담을 갖게 되므로 결국, 운동 수행결과에도 부정적인 요인으로 작용하게 된다. 따라서 이를 해결하기 위해서는 생리적 기능성을 갖춘 스포츠 웨어의 제공이 우선되어야 할 것이다.

4.2. 착용 실험

기능성 스포츠 웨어의 최종 개발 단계인 착용 실험이란 다음과 같다.

전문 스포츠인을 피험자로 하여 운동 종목별로 다양한 환경 조건과 운동 강도 조건에서 실시한다.

Table 3. 운동 종목별 운동 기능 특성

운동종목	운동 강도	운동 기능 특성	운동 생리학적 평가요소
축구	중강도의 장시간 운동 중에 짧은 고강도의 동작들이 반복적으로 포함되는 운동 활동	- 체력 요소: 순발력, 심폐지구력, 근지구력, 전신 지구력 - 기본 기술: 패스(pass), 드리블(dribble), 킥(kick), 슈트(shoot), 태클(tackle) 헤딩(heading) 등	- 체온조절 및 통풍 - 에너지 소모량 - 발한, 열 발산 - 심박수-최대산소섭취량 - 환기량 - 근수축 발현 기전 - 운동지속시간
골프	저강도로 긴 시간 걷기 운동 중에 짧은 시간의 스윙 동작들이 간헐적으로 포함되는 운동 활동	- 체력 요소: 순발력, 근지구력, 전신 지구력, 조정력 - 기본 기술: 티샷(tee shoot), 어프로치(approach), 피칭(pitching), 퍼팅(putting) 등	- 체온조절 및 보온 - 에너지 소모량 - 발한 - 근수축 발현 기전
태권도	짧은 시간에 고강도의 폭발적인 동작들이 반복적으로 수행되는 운동 활동	- 체력 요소: 근력에 기초한 순발력 - 기본 기술: 지르기, 차기, 치기, 막기 등	- 체온조절 - 에너지 대사 - 발한, 열 발산 - 근수축 발현 기전
에어로빅 댄스	장시간 대부분을 중강도 정도의 동작을 반복적으로 이루어 많은 산소를 요구하는 운동 활동	- 체력 요소: 유산소성 능력, 순발력, 유연성 등 - 기본 기술: 니업(knee-up), 하이킥(high-kick), 점핑잭(jumping-jack), 스트레칭(stretching), 런지(lunge) 등	- 체온조절 및 통풍 - 에너지 소모량 - 심박수-최대산소섭취량 - 환기량 - 발한, 열 발산
수영	고강도로 단시간내 짧은 팔 스윙 동작과 발동작 들이 반복적으로 포함하는 운동 활동	- 체력 요소: 심폐지구력, 근력, 순발력 등 - 기본 기술: 글라이딩(gliding), 암 스트로크(arm stroke), 풋 비팅(foot beating) 등	- 체온조절 및 보온 - 에너지 소모량 - 심박수-최대산소섭취량 - 환기량 - 근수축 발현 기전

개발된 스포츠 웨어의 시작품에 대하여 1차적으로 실험실 착용 실험과 2차적으로 필드 테스트를 통하여 인체 생리 반응을 측정 분석함으로써 그 적합성을 평가하고, 그 결과의 피드백을 통해 스포츠 웨어의 결점을 보완하고 강화하게 된다. 이 때 스포츠 웨어의 생리적 기능 평가를 위한 측정 항목의 예는 Table 4와 같고, 기능성 스포츠웨어 개발의 일례로 축구복을 예시하면 Figure 2, 3, 4와 같다.

5. 맺음말

전술한 바와 같이 스포츠 웨어는 일반 의복의 생리적 기능성 뿐만 아니라, 계획된 운동 수행을 완수하기 위해서는 인체 생리적 쾌적성과 더불어 최

대 경기력 발휘와 밀접한 운동생리학적 기능성을 추가적으로 요구하는 특성을 지니고 있다. 따라서, 각 운동 종목별로 특성화되어 있는 운동의 효율적 수행 정도나 기록은 물론, 의복 착용시의 생리적 부담 정도가 반드시 평가되었을 때, 비로소 바람직한 스포츠 웨어가 탄생되리라 믿어진다.

이러한 요구사항을 해결하기 위해서는 우선, 선정된 운동종목에 필요한 체력 요소 및 운동 기능 조건에 맞는 기능성을 찾아 이를 근거로 소재, 디자인 등을 고려하여 시제품을 고안한 후, 이 스포츠 웨어 시제품을 피복 생리적 착용 평가와 운동 기능적 생리 평가 등을 통해 얻어진 자료에 기초하여 스포츠 웨어 기능 평가 시스템을 개발해야 할 것이다. 그 후, 이 시스템을 표준화함으로써 운동 조건에 합당한 스포츠 웨어 착용으로 운동선수들에게는 기록

Table 4. 스포츠 웨어의 생리적 기능 평가를 위한 측정항목

평가 항목	측정 항목	평가내용	측정 기지재
기후 조절능 평가	1. 환경(온도, 습도, 기류, 복사온) 측정	스포츠 종목별로 각각 특유의 환경 조건을 평가	최고 최저 온도계, 어거스트 건습온도계, 풍속계, 흑구온도계 등
	2. 의복 기후(의복내 온도 및 습도)의 측정	미세 기후(microclimate)인 의복내 온도 및 습도의 연속 측정을 통해 스포츠 웨어의 기후 조절능을 평가	휴대형 온습도 자동 기억장치
	3. 의복의 보온력 측정	인체착용 혹은 써멀 마네킹 착용 상태로 운동시 의복의 영향 평가	써멀 마네킹 등 (thermal manikin)
	4. 주관적 감각(온열감, 습윤감, 쾌적감 등)의 측정	스포츠 웨어 착용시 주관적 감각 측정을 통한 착용감 평가	
	5. 심부체온(직장온, 고막온) 및 신체부위별 피부온의 측정	인체의 심부체온 및 피부온도 측정을 통한 의복의 영향, 운동환경, 운동강도 등을 평가	써미스터 (thermistor)
	6. 체열의 분포	인체의 온도 계측에 의한 체열 분포를 통해 의복의 영향, 운동환경, 운동 강도에 등을 객관적으로 평가	써모그래프 (thermograph)
	7. 발한량	운동 환경 조건, 동작 및 운동 강도에 따른 인체 부담 정도, 생리적 반응, 의복의 투습성 등을 객관적으로 평가(전신, 부위별 발한량 등)	연속발한측정기 (hidrograph tester)
	8. 심박수	작업이나 운동, 열 스트레스 등으로 인한 생리적 부담을 평가	휴대형 심박수 기억장치(POLAR : polar sport tester)
	9. 에너지 대사량	신체 내의 활동상황, 생활 활동 상황, 운동 및 의복 등에 의해 영향을 받는 대사량을 측정함으로써 인체 부담 정도를 평가	휴대형 에너지 대사계, 고정식 대사율 측정기
운동 적응능 평가	1. 동작 적합성	운동시 신체 각 부위의 관절의 굴곡 신전 각도 계측, 걷기, 뛰기, 도약시 시간 경과에 따른 각도 변화 계측, 운동 동작 분석, 관절 가동역, 신체 반응 동작을 평가	고니오미터 (goniometer system)
	2. 의복압	운동시 의복압 및 체압 계측, 접촉압 및 유연성의 평가, 호흡량, 심폐기능 등의 평가	의복압 측정기
	3. 의복의 변형량	크로스커트법, 날인법, 미연신사법을 이용, 운동에 따른 착의의 변형량을 측정함으로써 체형의 변화 및 의복의 신전성, 여유량의 예측 평가	
	4. 근전도	활동 근육의 전기신호의 분석을 통해 운동 및 의복의 영향 평가	근전도 측정기
	5. 심폐기능	운동시 발생하는 최대 산소 섭취량을 비롯하여 환기량, 이산화탄소 배출량, 대사 당량 등의 호흡대사를 측정함으로써 의복의 보온력과 인체 부담 정도를 평가	고정식 대사율 측정기 (aeromonitor)
	6. 혈류량	의복압, 의복과 인체의 생리적 및 심리적 상태 평가, 운동 환경의 쾌적성 평가	레이저 혈류량 측정계 (laser flowmeter)
	7. 피로도	혈중 젖산 농도, 후리카치, 대뇌 활동 수준에 근거한 피로도 측정으로 작업이나 운동의 인체 부담 정도 평가	젖산 농도 측정계, 대뇌 활동 측정계
신체 보호능 평가	충격 방호 검사	부분적 인체 모형을 사용, 충격 보호 소재를 부착시켜 실제 충격 조건과 에너지 흡수와의 관계를 평가	

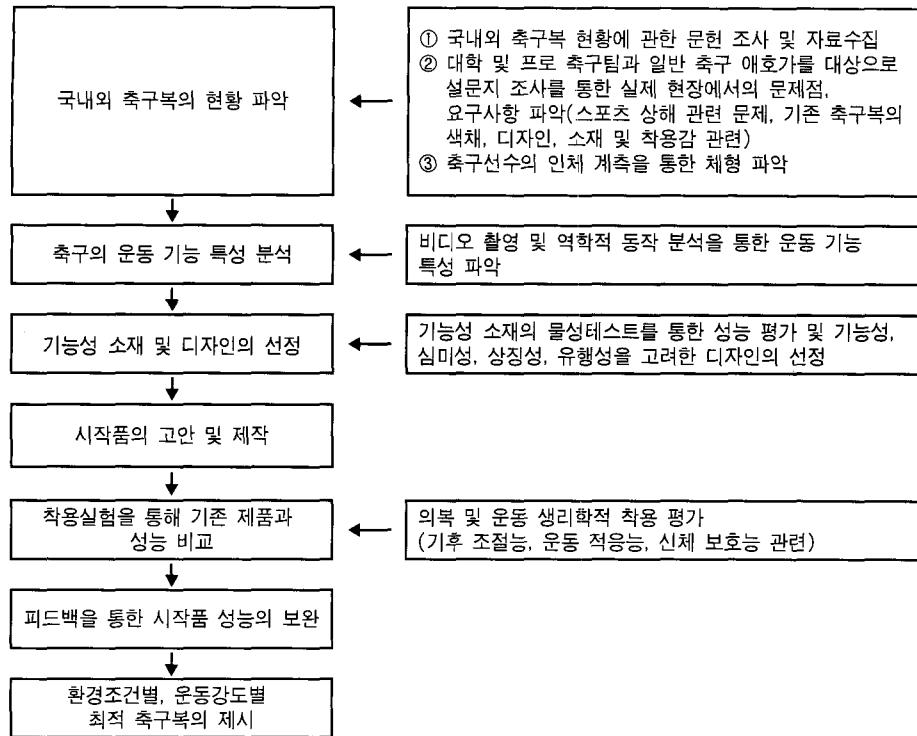


Figure 2. 축구복의 기능성 평가.

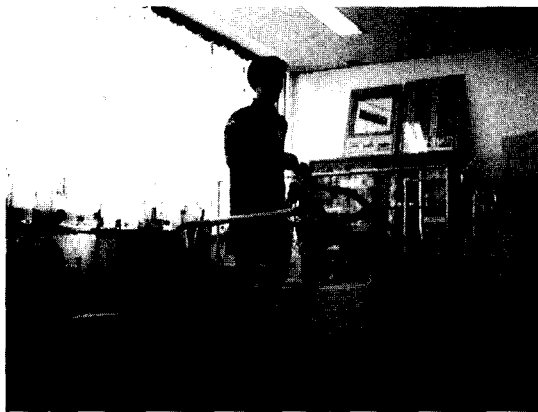


Figure 3. 실험실 착용 평가.

향상을, 그리고 일반 동호인들에게는 건강 증진을 효율적으로 도모할 수 있도록 도움을 주어야 할 것이다.

이러한 일련의 과정은 향후 전문 기능성을 갖춘 스포츠 웨어 시장의 저변 확대와 더불어 의류 산업



Figure 4. 필드테스트.

의 활성화와 전반적인 경제 성장에 기여할 수 있을 것으로 사료된다.

참고문헌

- 김광희, "환경조건과 운동", *한국인간온열환경학회지*, 1(2), pp.101-108(1994).
- 김광희, 박기호, "기온 변화 운동복 형태와 운동중 인체에 미치는 영향", *한국생활환경학회지*, 6(2), pp.52-57(1999).
- 김홍수, 김기진, "상온 및 저온 환경의 지속적 운동시 BCAA 추가 섭취에 따른 생리적 반응의 비교", *한국체육학회지*, (2003).
- 남상남, "60% VO2max 수준 운동시 스포츠 웨어 재질에 따른 심박수와 직장온도 변화", *한국인간온열학회지*, 1(1), pp.23-29(1994).
- 남상남, "60% VO2max 수준 운동시 평균 피부 온도와 직장온도 변화", *한국인간온열학회지*, 2(2), pp.83-88(1995).
- 류숙희, 이순원, "시판 에어로빅복의 재료 특성에 따른 쾌적 성능에 관한 연구", *한국의류학회지*, 15(1), pp.61-69(1991).
- 박성계, "고온환경하에서 심박수 및 최대 혈압의 변화에 관한 연구", *한국체육학회지*, (1988).
- 이미경, 류숙희, "에어로빅복 소재 차이에 착용감에 관한 연구", *한국의류학회지*, 22(1), pp.116-126(1998).
- 이영숙, 안태환, "운동복의 기능성과 쾌적성에 관한 연구", *한국의류학회지*, 15(2), pp.127-138(1991).
- 이원자, 박승순, 김은주, "에어로빅 운동시 의복조건에 따른 인체생리반응과 의복기후에 관한 연구", *생활문화예술*, 18, pp.121-137(1995).
- 이형국, 신호수, 황현석, "인위적 탈수후 최대운동 수행동안 혈중 젖산 농도와 심폐기능 변화 연구", *한국체력과학회지*, 8(2), (1999).
- 전영민, 강연경, 박정희, 최정화, "축구복 소재의 물성평가", *한국의류학회 추계학술대회*, 2000.
- 전영민, 박정희, 최정화, "태권도복 소재의 성능 및 착용감의 개선을 위한 연구", *한국의류학회지*, 27(1), (2003).
- 전태원, 장창현, 정덕조, "최대하 운동시 온도 습도 변화에 따른 피부온도와 발한량의 변화", 94 국제스포츠 학술대회, 1994.
- 정승은, 박정희, 최정화, "PTT를 사용한 수영복 소재 개발", *한국의류학회 추계학술발표회*, 2002.
- 정승은, 박정희, 최정화, "폴리트리메틸렌테레프탈레이트를 사용한 수영복 소재의 성능", *한국섬유공학회 추계학술발표회*, 2003.
- 정용수, 김진해, 김창근, "해수면과 고지 훈련이 국가대표 알파인 스키선수들의 무산소 대사 능력 및 혈액성분에 미치는 영향", *한국체육학회지*, (1997).
- 조길수, "투습 방수 직물과 축열 보온 섬유를 이용한 스키 웨어의 쾌적감", *한국의류학회지*, 16(2), pp.245-255(1992).
- 조지현, 류덕환, "유산소 운동시 투습 방수 소재 스포츠 웨어의 소재별 인체 생리반응과 쾌적감", *한국생활환경학회지*, 6(2), pp.36-44(1999).
- 최경희, 김민자, 하지수, 이민선, 엄준희, 고윤정, "한국적 이미지를 적용한 수영복 디자인 개발에 관한 연구-남녀 선수용 수영복 디자인을 중심으로-", *The 20th International Costume Congress*, 일본, 2002.
- 최경희, 김민자, "한국적 이미지의 경기용 수영복 디자인 개발에 관한 연구(I)-오방색과 태극문을 중심으로-", *한국복식학회지*, 53(2), (2003).
- 최경희, 김민자, "한국적 이미지의 경기용 수영복 디자인 개발에 관한 연구(II)-오방색과 태극문을 중심으로-", *한국복식학회지*, 53(2), (2003).
- 최정화, 김소영, 전태원, "태권도복 소재별 인체생리반응과 주관적 감각에 관한 연구", *한국의류학회지* 투고중.
- 최혜선, "태권도복 상의의 운동기능성에 관한 연구", *한국의류학회 추계학술세미나보고집*, p.46, 1989.
- 최혜선, 손부현, "기능적 Sports Brassiere 개발에 관한 연구", *한국의류학회지*, 20(3), pp.452-466(1996).
- L. E. Armstrong, D. L. Costill, and W. J. Fink, "Influence of diuretic-induced dehydration on competitive running performance", *Med. Sci. Sports Exerc.*, 17, pp.546-451(1985).
- T. Araki, K. Matsushita, Y. Inoue, and M. Nakao, "Effects of clothing on regulation difference in exercise-induced sweating", *Hyogo J. Phys. Educ.*, 14, pp.55-59(1985).
- T. E. Bernard and F. Matheon, "Evaporative resistance and sustainable work under heat stress conditions for two cloth anticontamination ensembles", *International Journal of Industrial Ergonomics*, 23(5-6), pp.557-564(1999).
- K. M. Donal, L. F. Edward, and T. Dabid, "Physiological responses during exercise and recovery in a football uniform", *J. Appl. Physiol.*, (1969).
- P. Gibson et al., "Humidity-dependent air permeability of textile materials", *Textile Research Journal*, 69(5), pp.311-317(1999).
- P. H. Gies et al., "Protection against solar ultraviolet radiation", *Mutation Research- Fundamental and Molecular Mechanism of Mutagenesis*, 422(1), pp.12-22(1998).
- J. C. Gretton et al., "Moisture vapor transport through waterproof breathable fabrics and clothing systems under a temperature gradient", *Textile Research Journal*, 68(12), pp.936-941(1998).
- H. Ushioda, "Feel of Wear and Its Assessment of sport wear Under the Hot Environment", *Journal of the Japan Research Association for Textile End-uses*, 41(4), (2000).
- J. O. Kim, "Dynamic moisture vapor transfer through textiles Part III : Effect of film characteristics on microclimate moisture and temperature changes", *Textile Research Journal*, 69(3), pp.193-202(1999).
- Y. Li, J. H. Keighley, and I. F. Hampton, "Physiological responses and psychological sensation in wearer trials with knitted

- sportswear", *Ergonomics*, **31**(11), pp.1709-1721(1988) .
- Y. Li and Holcombe, "Mathematical simulation of heat and moisture transfer in a human-clothing-environment system", *Textile Research Journal*, **68**(6), pp.389-397(1998).
- M. A. Morris and E. M. Bernauer, "Comfort of warm-up suits during exercise as related to moisture transport properties of fabrics", *Home Economics Research Journal*, **15**(1), pp.63-170(1985).
- E. Verni *et al.*, "Lumbar pain and fin swimming", *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, **39**(1), pp.61-65(1999).
- R. I. Woods, "The relation between clothing thickness and cooling during motorcycling", *Ergonomics*, **29**(3), pp.455-462(1986).
- Y. Jun, C. Park, and J. W. Choi, "A study on the improvement in performances and wearing sensation of textiles for Taekwondo wears", *SOTSEA*, (2002).

저자 소개



최정화

서울대학교 농과대학 농가정학과(가정학 학사)
 일본 Nara 여자대학 대학원 (가정학 석사)
 일본 Kobe 대학 대학원 (의학박사)
 현재, 서울대학교 생활과학대학 의류학과 교수
 연구분야 : 특수기능복, 피복생리학
 (151-742) 서울 관악구 신림9동 산 56-1
 Phone : 02) 880-8746, Fax : 02) 883-2485
 e-mail : cjw0627@snu.ac.kr



김명주

서울대학교 농과대학 농가정학과(가정학 학사)
 서울대학교 대학원 (가정학 석사)
 서울대학교 대학원 (가정학 박사)
 현재, 서울대학교 생활과학연구소 연수 연구원
 e-mail : silkym65@hanmail.net



이형국

서울대학교 사범대학 체육교육과(체육학사)
 서울대학교 대학원 (교육학 석사)
 서울대학교 대학원 (교육학 박사)
 현재, 서울대학교 체육연구소 특별연구원
 e-mail : kookcook@hanmail.net