

에르고노믹 패션 디자인연구 - 바디컨셔스 액티브 스포츠웨어를 중심으로 -

김현주 · 나현신[†]
서울여자대학교 의류학과

A Study on Ergonomic Fashion Design - Focused on Body Conscious Active Sportswear -

Hyunju Kim and Hyunshin Na[†]

Dept. of Clothing & Textiles, Seoul Women's University, Seoul, Korea

Abstract : The meaning of this research is to make recognition for necessity of ergonomic fashion design research. And the purpose is to provide the guidelines for ergonomic fashion product development. For this, literature research and analysis of empirical illustration of product design indicating ergonomics characteristic are implemented. Among the body-conscious active sportswear, cycle wear, swim suit, and skin scuba wet suit were selected and analyzed. Then they were explained according to the ergonomics characteristics arranged previously. Lastly, the features of ergonomic fashion design were arranged by composition elements of the clothing such as pattern, sewing, material and detail. The characteristics of ergonomic design derived from literature and advanced researches are efficiency, usability, functionality and safety. Through research and analysis, the characteristics of ergonomic fashion design are as followings. In pattern, it is related to the 3D structure division pattern, the reduction pattern design, the closing & opening part design for easy detachment, the receipt and the changeable design. In sewing, it is related to the use of latest sewing techniques and the finish using silicon or rubber band. In material, it is related to the use of high performance fabrics and the proper arrangement of these. In detail, it is related to the convenient detail, the storage detail, the adjustable detail, and the body protection detail.

Key words : ergonomic fashion(에르고노믹 패션), ergonomics(에르고노믹스), human-engineering(인간공학), body-conscious(바디컨셔스), active sportswear(액티브 스포츠웨어)

1. 서 론

21세기 기술 공학은 자연과 인간에게서 그 원리와 기술을 찾는 방향으로 발달하고 있는 추세이며, 디자인의 측면에서는 인간의 행위를 기반으로 한 사용자 편의 및 안전까지 고려한 인간 친화적 에르고노믹(ergonomic) 디자인 개발이 활발히 진행되고 있다. 에르고노믹스(ergonomics)란 인간이 사용하는 제품이나 환경 등을 설계하는 과정에 인간의 특성을 고려함으로써 안전성, 편리성 효율성을 제고하고자하는 학문으로, 디자인을 위한 도구이자 수단이라 할 수 있다(Yang, 2010). 따라서 디자인의 기본인 기능성과 심미성 외에 사용자의 인체 특성이 고려되어 사용하기 편안하고 신체적·심리적 안정감까지 제공하는 인간에 대한 배려가 포함된 것이 에르고노믹스 디자인이다.

인간공학이 집결된, 에르고노믹 디자인 요소가 가장 충실히 적용된 의복인 액티브 스포츠웨어(O'Mahony & Braddock, 2002/2003)에만 적용되었던 에르고노믹스 디자인의 의미는 Jill Sander의 2010 f/w 컬렉션(Alexander, 2010)과 Y-3의 2011 f/w 컬렉션(Knox, 2011)처럼 최신 소재의 개발과 라이프 스타일의 변화로 일상 패션에도 확대 적용되고 있는 추세이다.

국내에서는 인간공학이 에르고노믹스보다 통용되어 왔으므로 자료 검색에서 인간공학과 에르고노믹스 두 용어를 병행하여 이에 대한 선행 연구를 조사하였다. 그 결과 패션 분야에서의 에르고노믹 디자인 관련 연구는 인체 계측이나 동작의 조사를 통한 의복 설계(Choi, 2011a; Hong, 2002; Nam, 2003), 의복 활동성과 관련한 소재 연구로 주로 신축성 소재에 따른 의복 설계 연구(Choi, 2011b; Jeong, 2008; Kim & Hong, 2012) 그리고 의복 착용에 따른 인체의 생리적 변화 관련 연구(Chae & Kang, 2009; Ok, 2007; Yi et al., 1998) 등, 주로 의복 구성, 의복 공학 및 소재 공학 관련 연구들이 대부분이다. 즉, 에르고노믹 디자인 요소 중 단편적 특성만을 고려하였거나 스포츠웨어나 특수복과 같은 특정 의복의 특성에 관하여 언급

[†]Corresponding author; Hyunshin Na
Tel. +82-2-970-5629, Fax. +82-2-970-5979
E-mail: hsna@swu.ac.kr
본 논문은 석사학위논문의 일부임

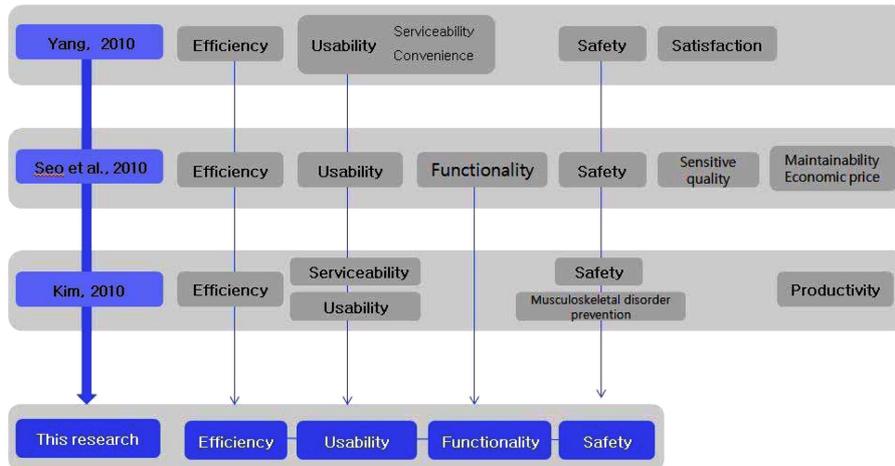


Fig. 1. Ergonomic design features from precedent literature.

하며 에르고노믹 디자인 요소가 부분적으로 언급되었으며 이러한 접근 또한 인체 활동성이나 생리적 반응과 같은 과학적 접근이 주를 이루고 있다.

이에 본 연구는 에르고노믹 패션 디자인 연구의 필요성을 인식하여, 시대의 변화와 요구에 부응할 수 있는 21세기 경쟁력 있는 에르고노믹 패션 제품 개발을 위한 디자인 가이드 라인을 제공하는데 그 목적이 있다.

이를 위하여 인체에 밀착하여 움직임의 가장 극명하게 드러냄과 동시에 액티브 스포츠웨어의 필수 요소인 활동의 자유, 가벼움과 편안함, 간편함이라는 기능적 관점에 따라 제작(Lee, 2010)되어 에르고노믹 디자인 특성을 가장 많이 반영하고 있는 바디컨서스 액티브 스포츠웨어를 그 바탕 자료로 사용하였다.

연구 방법은 이론적 연구는 문헌 및 선행 연구, 인터넷 자료 등을 바탕으로 한 내용 고찰 및 시각 자료 수집으로 진행하였으며, 실증적 사례 분석은 선행 연구와 전문 서적 및 인터넷 자료와 온오프라인 매장을 통한 시각 자료를 수집하여 진행하였다. 연구 내용은 첫째, 에르고노믹스의 개념을 고찰하고, 에르고노믹 디자인 특성을 도출하였다. 둘째, 에르고노믹 특성이 나타나는 제품 디자인의 실증적 사례를 수집·분석하고, 이를 에르고노믹 디자인 특성 따라 정리하여, 특성별 구체적 예를 제시하였다. 셋째, 바디컨서스 액티브 스포츠웨어에 관하여 고찰하고, 액티브 스포츠웨어의 실증적 자료를 수집·분석하였다. 넷째, 바디컨서스 액티브 스포츠웨어에 나타난 에르고노믹 패션 디자인 특성을 에르고노믹스 특성에 따라 정리하여 설명하고, 이를 바탕으로 의복 구성 요소인 패턴·봉제·소재·디테일별로 정리·분석하여 에르고노믹 패션 디자인의 요소별 특징을 도출하였다.

에르고노믹 제품 디자인 분석을 위한 시각적 자료의 범위는 2013년 현재를 중심으로 최근 자료 위주로 진행하였고, 사례 분석을 위한 바디컨서스 액티브 스포츠웨어의 범위는 육상과 수중 중, 각 환경에서 비교적 큰 움직임을 가지는 사이클웨어와 수영복 그리고 다른 스포츠웨어보다 안전성이 증시되는 스킨스

쿠버복의 웨트슈트를 대표로 선정·분석하였다. 사이클웨어는 Rapha, Pearlizumi, NSR 외 4개사, 수영복은 Speedo, Arena, 스킨스쿠버복은 Mares, Aquasphere 외 2개사의 제품을 중심으로 조사하였으며, 온오프라인 상의 직·간접 관찰조사를 병행하였다.

2. 에르고노믹 디자인

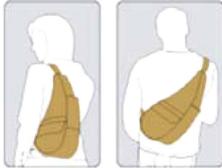
2.1. 에르고노믹스의 개념 및 특성

에르고노믹스란 그리스어의 에르곤(ergon: 작업)과 노모스(nomos: 자연의 법칙)를 합성하여 만든 용어이다(Lee, 2000). 인간의 특성을 반영하여 휴먼에러를 방지하며 동시에 효율적인 작업을 가능케 하여 기계 문명 속에서 인간성 회복을 추구하고자 하는 종합과학으로 인간 위주의 철학이 깔려있다고 할 수 있으며, 기능주의와는 차별되어야 한다. 우리말로는 인간 공학(human engineering)으로 번역되며 미국에서는 human factors engineering, 유럽에서는 ergonomics로 통용된다(Lee, 1996). 국내에서는 인간공학이라는 용어가 주로 기술·산업 공학 관련 분야와 관계되어 통용되고 있어 패션 분야에서의 인간공학 역시 인체 계측이나 동작과 같은 메카니즘적 요소로 한정지어 생각할 수 있으므로, 본 연구에서는 패션 디자인적 접근 측면에서의 용어 사용에 에르고노믹스가 적합하다 사료되기에 이로 통일하여 사용하고자 한다.

에르고노믹스 관련 문헌 및 선행 연구에 나타난 에르고노믹 디자인의 특성은 아래 Fig. 1과 같다.

이에, 본 연구는 선행 연구를 바탕으로 에르고노믹 디자인의 특성을 효율성·사용용이성·기능성·안전성으로 정리하였다. 이 때, 심미성을 추구하는 모든 디자인 제품에 공통되는 만족감·감성 품질과 경제성과 관련된 보관성·시장성·생산성은 외형적 디자인 요소 파악을 통한 에르고노믹 디자인 제품 개발을 위한 기초 자료를 제공하는 것에 주목적이 있는 본 연구와

Table 1. Products analysis according to ergonomic design features

				
	Image 1. The aid www.zdnet.co.kr	Image 2. Transformable crutch. www.mixdesign.it	Image 3. Ameri bag. http://article.joinsmsn.com	Image 4. Apple hip. http://blog.naver.com
Efficiency	Hand grip supporting a hand&wrist	Human body curved handle design	Design following backbone's curve for dispersing weigh	Human body shaped design
Usability				
Functionality	Mobile radio equipment connecting with GPS health monitoring device	Transformable design depending on situations	Multi pockets	Vibratory massage & Heater functions
Safety			Design preventing strain to backbone and waist	Helpful for keeping right posture
				
	Image 5. King t. lgeblog.tistory.com	Image 6. Xovel. citrain64.blog.me/100141955110	Image 7. Wowpen Joy. www.ibtimes.co.kr	Image 8. Biuro table. http://blog.naver.com/jhoony71
Efficiency	Hand shaped grip design	Hand grip dispersing energy	Grip design following the shape of hand holding pencil	Control position system for comfortable posture
Usability	Available for all hand sizes	Controllable length adjustment		Adjustment system of stand for all body sizes
Functionality		LED lamps		Multi functional stand
Safety		Additional hand grip to disperse force	Joystick design grip not straining musculoskeletal system	Adjusting heights system preventing musculoskeletal disease and keeping right posture

부합하지 않으므로, 에르고노믹 디자인 특성에서 제외하였다.

2.2. 에르고노믹 디자인 제품 분석

먼저 에르고노믹 디자인 특징이 잘 드러난 제품의 사례를 통해 각 제품을 살펴보고, 이를 선행 연구에서 정리한 4가지 에

르고노믹 디자인 특성을 바탕으로 분석하였다(Table 1).

이러한 제품 사례 분석을 바탕으로 요약된 에르고노믹 디자인 특성은 다음과 같이 나타났다(Table 2). 효율성은 과도한 물리적 힘의 사용이나 잦은 동작의 반복에 의한 인체 피로감을 최소화 하면서 편안히 사용할 수 있는 디자인에 나타나는 특성이며, 사

Table 2. Product design arrangement according to ergonomic design features

Features	Design point	Contents
Effectiveness	<ul style="list-style-type: none"> Minimizing human body tiredness 	<ul style="list-style-type: none"> The design which is similar to human body curve and human body form The design which is possible to position adjustment, and the design which is added the dispersing device of the power are emerged
Usability	<ul style="list-style-type: none"> Easy for intuitive understanding & Use of the function regardless of physical ability 	<ul style="list-style-type: none"> The design which is possible for size adjustment, the common design fitted into all human body size The design which is possible for intuitive use of the device are emerged
Functionality	<ul style="list-style-type: none"> Various functions Possible to convert 	<ul style="list-style-type: none"> The design which provides various functions with latest devices The design which provides various additional functions demanded in product use The design which can be possible for formal changed by assembly and disassembly are emerged
Safety	<ul style="list-style-type: none"> Protection from safety accident 	<ul style="list-style-type: none"> The design demanding for right posture The design inducing the disperse of the power are emerged

용 용이성은 사용자의 신체적 능력에 제한 없이 누구나 쉽게 접근 가능하고, 제품의 기능 및 사용법의 직관적 인지가 가능하여 사용하기 편리한 디자인에 나타나는 특성이다. 기능성은 다양한 기능과 변형 가능성을 통하여 제품 사용 목적을 효과적으로 달성 가능케 하는 디자인에 나타나는 특성이며, 안전성은 제품 사용 시 잘못된 자세 혹은 잦은 사용으로 초래되는 질환이나 장애를 최소화하도록 하는 디자인에 나타나는 특성이다.

3. 바디컨서스 액티브 스포츠웨어

3.1. 바디컨서스 액티브 스포츠웨어의 개념 및 특성

액티브 스포츠웨어는 특정 스포츠 경기용 유니폼과 스포츠에 적용하는 기능을 가진 경기전문용 스포츠웨어로서 스포츠 관람자들을 위한 스펙테이터 스포츠웨어(spectators sportswear)와 구분된다(Doosan dictionary, 2013). 바디컨서스란 영어로 ‘신체를 의식하다’(Fashion dictionary, 1997)라는 의미로 신체 곡선을 그대로 드러내는 실루엣에 사용하고, 스트레치 소재를 전제로 한 스타일이다(Jo, 2003). 즉, 바디컨서스 액티브 스포츠웨어는 신축성 소재를 사용하여 인체에 밀착되게 디자인하여 움직임이 원활하면서도 속도 저항을 최소화하는 고기능성 전문 스포츠웨어로서, 1950년대에 처음 등장하여 라이크라의 개발과 함께 액티브 스포츠웨어의 상당 부분을 차지하기 시작하였다. 대표적 바디컨서스 액티브 스포츠웨어의 종류를 환경에 따라 구분하면 지상에서 착용하는 육상복 · 체조복 · 사이클웨어가 있으며, 수중에서 착용하는 수영복 · 윈드서핑복 · 스킨스쿠버복이 있다.

바디컨서스 액티브 스포츠웨어는 운동 시의 동작 및 그에 따른 신체 반응에 적절히 대응할 수 있도록 설계되어 원활한 동작 가능성 및 인체 조절 기능을 가져야 한다. 이는 동작이 불편한 의복은 인체의 옷에 대한 저항으로 인한 인체 대사량을 증가시켜 에너지 소모를 야기(Watkins, 1995/1998)하여 기록 저하를 가져오기 때문이다. 특히 속도 향상이 목적인 스포츠인 경우 주위 환경에 대한 인체 저항감을 최소화시킬 수 있는 가볍고 신축성 있는 소재를 사용한 바디컨서스 액티브 스포츠웨어의 착용이 필요하다. 또한 운동 중 인체가 쾌적한 상태를 유지해야 기록 향상에 도움이 되며 활동에도 방해가 되지 않으므로, 이를 위하여 신축성과 함께 흡습 속건성이 있는 소재를 사용하여 인체의 땀을 원활히 배출하고, 체온을 유지하도록 해야 하며, 환경에 따라 보온성 · 발수성 · 투습방수성 등이 필요하다(Baik & Kim, 2005). 이외에도 마찰이나 마모에 강한 내구성, 잦은 빨래에도 강한 내세탁성이나 항균기능 등이 요구된다. 최근에는 활동성과 기능성을 증진시키기 위하여 고기능성 소재의 사용뿐만 아니라 기능의 역할과 활동성을 부여하기 위한 형태, 디테일 등을 도입하고 있으며, 인체공학적인 디자인을 중시하고 있다.

이처럼 바디컨서스 액티브 스포츠웨어는 소재의 신축성에서 오는 편안함과 밀착성이 주는 미래지향적 이미지(Jo, 2003)와 함께 첨단 기능이 적재된 고성능 의복으로서 인간 중심적이며

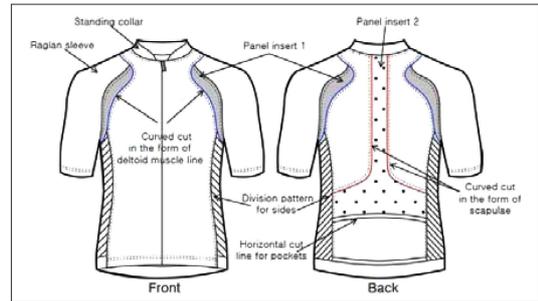


Fig. 2. Cut of cycle jersey.

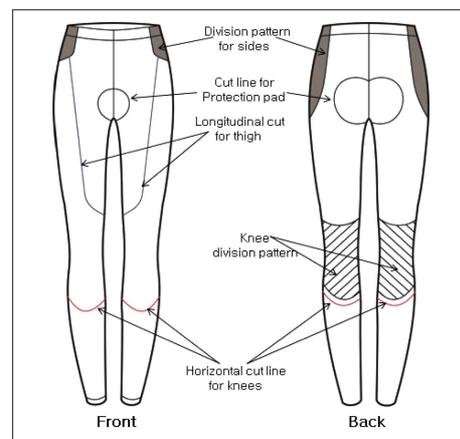


Fig. 3. Cut of cycle tights.

미래지향적인 에르고노믹 패션 디자인 특성을 갖춘 의복임을 알 수 있다.

3.2. 바디컨서스 액티브 스포츠웨어 분석

3.2.1. 사이클웨어

사이클 주행은 페달을 밟는 동작 시, 무릎 관절이 지속적으로 움직이며 이에 따라 허벅지와 엉덩이 근육의 움직임이 커지고, 공기의 저항을 최소화하기 위하여 등은 유선형의 구부리며, 팔은 구부린 자세를 취한다. 이러한 자세로 인하여 상의는 일반 의복에 비하여 등길이를 앞길이보다 길게 설계하며, 하의 역시 하의 패턴의 뒤를 앞보다 길게 설계한다. 또한 격렬한 다리 움직임으로 인한 근육의 신장과 수축 및 무릎부위 각도 차와 인체 발향량 증가를 고려한 입체 패턴 설계와 이에 따른 소재의 사용으로 인체의 쾌적성을 높인다(Fig. 2, 3).

쿨웨더기어(cool-weather gear)와 같이 외부환경에 대응해야 하는 아이템의 경우, 소매의 탈부착이 가능한 디자인(Fig. 4)이나, 우천 시를 대비한 길이 조정 여유단으로 기능성을 높이기도 한다(Fig. 5).

봉제선으로 인한 인체와 의복간의 국소 압력 발생 및 의복과 사이클의 마찰에 의한 쓸림 현상을 방지(Jeong, 2006)하기 위하여 무봉제선의 열봉합 접착식의 웰딩(welding) 무봉제 혹



Fig. 4. Transformable design. www.shimano.com.



Fig. 8. Using mesh fabric for ventilation. [santini](http://santini.com), www.backcountry.com.



Fig. 5. Length adjustment design. www.nsrworld.co.kr.



Fig. 9. Ventilation system. www.nsrworld.co.kr.

은 무시점의 편본봉(flat lock seam) 기법을 사용한다(Fig. 6). 소매·허리·바지 밑단은 실리콘 소재나 밴드 등으로 말림 방지 처리를 해주어 주행 시 단이 말려 동작을 방해하는 것을 방지하고(Fig. 7), 쿨웨더기어의 경우 방수·방풍 기능을 위하여 소매단을 네오프렌 소재로 고무 짜기 처리하기도 한다.

소재는 땀을 빠르게 이동·증발시키고, 수분의 저류를 막아 운동 후 체온 저하나 과도한 체열 축적으로 인한 피로를 막아야 하므로(Choi et al., 2001), 흡습 속건 소재를 사용하며, 부분적으로 발한량이 많은 부위에는 메시(mesh) 소재를 사용(Fig. 8)하거나 통풍 구조로 설계하여 쾌적함을 유지하도록 한다(Fig. 9). 쿨웨더기어의 경우, 보온·방풍·방수 기능이 중요하므로 이를 위하여 내층에는 기포 가공을 한 보온성 소재를 사용하고, 외층에는 윈드 브레이커(wind breaker)로 밀도가 높은 폴리에스테르 극세섬유나 고어텍스(gore-tex)와 같은 다중구조 소재를 사용한다(Choi et al., 2001). 또한 다른 부위에 비하여 움직임의 각도가 큰 팔과 겨드랑이 연결 부위 및 팔뚝꿈치 부위에는 라이크라나 스판덱스 함량이 높은 신축성이 좋은 소재를 사용하

여 움직임에 방해가 없도록 한다.

그 밖에도 모든 사이클용 하의에는 회음부위에 가해지는 자극과 압박으로 인해 피부표면의 박테리아가 피부 안쪽으로 침투하며 발생하는 밀위 부위의 염증(Choi et al., 2001)인 새들소어(saddle sore)를 방지하고, 수분의 흡수를 원활히 하도록 흡습 속건성과 내마모성 및 부드러운 촉감을 지닌 패드를 덧댄다.

3.2.2. 수영복

수영은 온몸의 관절을 사용하는 전신 운동(*Sport dictionary*, 2008)으로 주로 팔의 어깨 관절을 중심으로 회전하고 다리는 영법에 따라 발차기 등의 동작을 하며 전진해 나간다. 국제수영연맹(FINA)은 기술 발달로 인한 전신 수영복에 영향을 받은 세계 신기록이 계속 나오자, 2010년부터 폴리우레탄 소재로 만든 전신 수영복 착용을 제한하였다. 따라서 남자의 경우에는 상반신과 무릎 아래를 덮는 것을 허용하지 않고 여자의 경우에는 목을 덮거나 어깨선을 넘는 것을 허용하지 않는다(Ryu, 2011).

수영복은 물의 저항을 최소화하기 위하여 바디컨서스 실루엣을 가지며, 형태는 남성용 수영복은 삼각 브리프 또는 무릎 위 길이, 발목까지 오는 9부 길이의 바지 형태가 있으며, 여성용 경기용 수영복은 하이레그(high-leg)나 무릎 위 길이의 바지가 연결된 원피스 형태이다. 수영복 패턴은 소재의 신축성에 따라, 신축성이 많은 부분을 식서방향으로, 여유분의 마이너스 설계를 한다(Choi et al., 2001).

팔의 원활한 회전과 어깨의 압박을 없애기 위한 다양한 레이싱 백(racing back) 패턴 구조를 가지며(Fig. 10), 다양한 기능의 곡선 절개선으로 분할 패턴 설계한다(Fig. 11). 이러한 절개선은 부위별 다른 소재의 사용을 가능케 하고, 움직임을 원활하게 해줄 뿐 아니라 근육의 흔들림을 감소시켜 위치를 유지하는 감각을 향상시키는 역할을 수행한다(Kim & Hong, 2012).

전문 선수용 수영복의 경우 마찰 저항의 최소화를 위하여 무

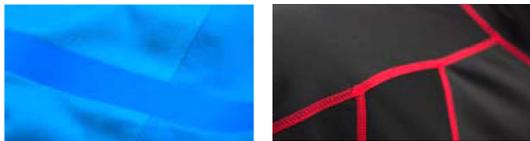


Fig. 6. Seam sewing method. left: welding seam, right: flat lock seam www.rapha.cc, www.louisgarneau.com.



Fig. 7. silicon band treatment of shorts' waist. www.rapha.cc.

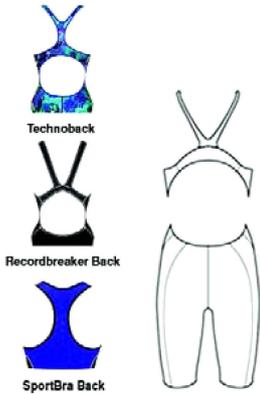


Fig. 10. Racing back. www.speedusa.com.

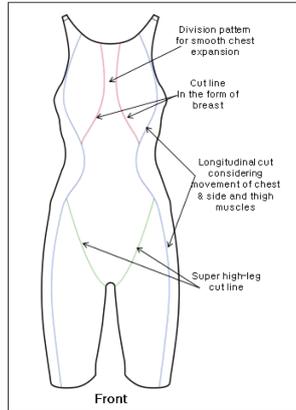


Fig. 11. Cut of swim suit.



Fig. 12. Bonded seam. www.speedusa.com.



Fig. 13. Fast skin suit of Speedo. up: protuberance of shark, down: surface of fast skin <http://web.mit.edu>.



Fig. 14. Swim suits using body compression technology. www.arenainternational.com & www.speedusa.com.

시접 열접착(bonded seam) 기법(Fig. 12)으로 시접처리를 하며 그 외 수영복에서는 편본봉 기법 · 싹술 처리 · 삼봉 처리 등의 방법을 사용한다.

물의 저항을 최소화하기 위하여 나일론과 라이크라 혼방 직물에 테플론을 코팅한 특수 원단(Baek, 2000)이나, 상어의 피부 표면을 응용하여 물과의 마찰을 최소화한 패스트 스킨II(fast skin II)를 사용하기도 한다(Fig. 13). 최근에는 소재 표면뿐 아니라 인체 내부를 조정한다는 개념의 기술이 접목된 수영복 소재가 선보이고 있다. 근육의 적절한 압박과 이완을 통하여 운동력을 향상시킬 수 있다는 개념의 바디 컴프레션(body compression) 기술은 의료용 압박 레깅스나 테이핑 기술을 응용한 것으로 인체 부위별로 압박 정도가 다른 신축성 소재를 사용하는 것이다(Fig. 14).

3.2.3. 스킨스쿠버용 웨트슈트

스쿠버 다이빙은 부력으로 물에 떠있는 상태에서 팔꿈치 및 무릎 관절들을 약간 구부리고 수평자세를 유지한다. 전진을 위한 수영을 하지만, 일반 수영처럼 팔이 앞으로 나아가는 추진력을 공급할 수 없으므로 더 많은 발동작이 필요하다(Pendegast et al., 1996). 팔은 일반 수영처럼 격렬하고 반복적인 운동을 하지는 않으나 전진 및 물 밖으로 나올 시, 장비를 다루거나 수신호로 의사를 전달할 시에 다양한 자세를 취한다. 스킨스쿠버가 행해지는 환경인 물은 공기에 비해 효과적인 전

도체로서 25배나 빨리 열을 흡수하고(Watkins, 1995/1998), 깊이 잠수 할수록 압력이 높아져 잠수복의 압축이 발생하므로 체온 보호와 잠수 깊이에 의한 압박 등을 고려해야 한다. 스킨스쿠버복은 기능에 따라 웨트(wet), 드라이(dry), 세미드라이(semi-dry) 슈트가 있으며 모자, 장갑, 부츠 등의 액세서리로 구성된다. 드라이 슈트는 기능적 특성상 인체에 밀착되지 않는 넉넉한 핏이므로, 본 연구에서는 바디컨셔스 라인의 웨트슈트에 연구의 초점을 맞추어 설명하고자 한다.

습식 잠수복인 웨트슈트는 바디컨셔스 라인의 상하 일체형 원피스 형태로 의복의 내부에 스며든 소량의 물이 체온에 의해 데워지며 단열층을 형성하여 외부의 찬물과 절연체 역할을 하여 체온을 유지시키므로(Kim & Kwon, 2000), 물의 유입을 최소화하여 스며든 물이 대류가 되어 다이버의 체온을 잃지 않도록 설계하는 것이 중요하다. 또한 수중에서 원활한 인체의 움직임과 부위에 따른 소재의 사용을 위하여 입체재단을 활용하는 것이 효과적(Choi, 2011a)으로, 여러 패널의 패턴으로 분할 설계한다(Fig. 15).

슈트의 주 소재인 네오프렌은 인장 강도가 크고 두꺼워 착탈 시 상당한 양의 힘이 필요하므로, 스킨스쿠버복 패턴의 수축율은 오히려 작게 적용해야한다(Choi, 2011a). 그러므로 이러한 웨트슈트의 형태 및 소재의 사용으로 인하여 착탈을 용이하게 하

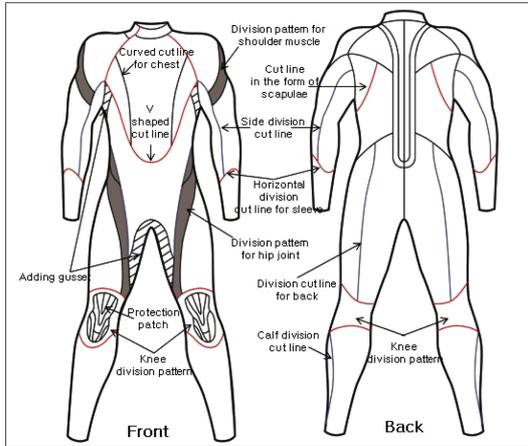


Fig. 15. Cut of wetsuit.

는 개구부의 설계가 필요하다. 개구부는 앞 또는 뒤 중심, 앞 대각선 방향이나 어깨와 어깨를 수평으로 연결하는 위치 등 움직임에 방해가 되지 않는 곳에 위치하며, 착탈의 용이를 위하여 허벅지나 엉덩이까지 개구부의 길이를 늘리기도 한다(Fig. 19). 또한 소매나 발목 부위에도 지퍼를 달아 개구부가 확장 가능하도록 설계하기도 하며, 모든 부위에 방수지퍼를 사용한다.

웨트슈트 소재인 네오프렌은 3 mm-10 mm 두께의 합성 고무로 만들어진 밀폐형 폼으로 내부의 공기로 단열력을 제공하는데(Watkins, 1995/1998), 깊은 수중의 압력에 의해 압축되어 보온성이 떨어지며 장시간 사용 시 기포가 줄어들어 보온력이 저하되는 단점이 있다. 이를 보완한 압축 네오프렌이나 슈트에 가해지는 힘을 웨트슈트 전면으로 분산시키는 탄소가 결합된 네오프렌이 사용되기도 한다(O'Mahony & Braddock, 2002/2003). 보온성을 높이기 위하여 등과 가슴 부위에 두꺼운 네오프렌을 사용하기도 하며, 안감 소재는 흡습성이 뛰어나고 수분을 함유한 상태에서도 표면감이 건조하며 따뜻해야 하고 인체의 불감증설 및 여러 번의 입출수를 하는 다이빙 특성상 속건



Fig. 16. Velcro at collar. www.wind-surfing-gear.com.



Fig. 17. Glide skin seal treatment. www.mares.com. Fig. 18. Zip string. www.aquasphere.com.

성 소재를 사용해야 한다(Choi et al., 2001). 또한 잠수 환경이나 부위에 따라 네오프렌이나 나일론 외에도 부틸, 고무 등이 사용된다. 특히 무릎·어깨 같이 잘 닳는 부위에 내구성 강화를 위하여 수프라텍스(supratex) 패드나 신축성이 좋은 고무 패드를 덧댄다.

웨트슈트에서 가장 많은 물이 유입되는 목 주위는 Fig. 16과 같이 칼라 입구에 벨크로를 달아 목에 더욱 밀착되도록 조절 가능하게 하고 칼라 안쪽으로 목을 완전히 덮는 고무 소재를 덧대기도 하며, 손목·발목·목둘레에 씬(seal) 방수 처리를 하고 슈트에 따라 손목과 발목 안쪽에 네오프렌의 한 면에 폴리우레탄을 입힌 글라이드 스킨 씬을 덧댄 뒤 지퍼를 달기도 한다(Fig. 17). 등 뒤편에 위치한 지퍼의 끝에 지퍼 당김줄과 같은 긴 끈이나 큰 고리 또는 오링(O-ring)을 달아 지퍼의 여단을 용이하게 하고 지퍼의 잠금 부위에는 덮개를 달아 고리가 움직이지 않도록 한다(Fig. 18).



Fig. 19. Various zip positioning. www.mares.com.

4. 바디컨셔스 액티브 스포츠웨어를 통해 본 에르고노믹 패션 디자인

4.1. 바디컨셔스 액티브 스포츠웨어에 나타난 에르고노믹 패션 디자인

앞서 분석한 사이클웨어, 수영복, 스킨스쿠버용 웨트슈트를 에르고노믹 디자인의 4가지 특성인 효율성, 사용 용이성, 기능성, 안전성에 따라 설명하면 다음과 같다.

먼저, 에르고노믹 디자인의 효율성은 인체 피로감을 최소화하는 디자인이다. 이는 원활하고 편안한 동작을 가능케 하여 인체의 무리를 최소화하는 디자인으로 패션 측면에서는 의복 착용 시 활동의 편안함을 의미한다. 즉, 에르고노믹 패션 디자인의 효율성은 움직임에 방해가 되는 요소를 최소화하는 설계로 실현한다. 이를 위하여, 환경에 따른 저항을 최소화하면서 의복 착용 시의 자세 및 움직임을 고려한 분할 패턴의 바디컨셔스 실루엣으로 설계를 해야 하며, 이때 절개선의 봉제로 인한 쓸림이나 마찰의 문제점을 고려한 봉제기법을 사용한다. 또한 이러한 분할된 패턴들은 부위별 신장율과 발한 정도를 고려하여 상이한 소재로 구성할 수 있으며, 이러한 부위별 최적 소재의 배치는 인체 쾌적성 향상 및 활동성에 도움이 된다(Kitteringham, 2006).

사용 용이성은 신체 능력과 무관하게 기능의 직관적 이해와 사용이 쉬운 디자인이다. 이는 누구나 신체적 제한없이 사용 가능한 범용적 설계와 쉽고 빠른 인지 및 조작이 가능한 설계를 통하여 실현하며, 패션에서는 의복의 사용이라는 개념보다는 착용의 개념이 적합하므로, 누구나 쉽게 접근하여 사용이 가능하다는 것은 의복 착용의 용이성을 의미한다. 즉, 에르고노믹 패션 디자인의 사용 용이성은 쉽고 빠른 착탈이 가능케 하는 설계로 실현하며, 이는 움직임에 방해되지 않는 부위에 위치하고

다양한 길이를 가져 용이한 착탈을 가능케 하는 지퍼의 사용과, 조작의 용이를 위한 다양한 지퍼 고리와 같은 디테일의 사용으로 가능할 수 있다.

기능성은 다양한 기능과 변형 가능성을 제공하는 디자인이다. 이는 제품 본래의 목적을 향상시키기 위한 기능의 추가와 사용자의 내외부적 환경에 맞게 변형하여 사용 가능한 디자인으로, 에르고노믹 패션 디자인의 기능성은 의복 활동 시 발생하는 다양한 요구를 충족시키기 위한 기능성 소재의 사용과 다양한 기능을 제공하는 구조 및 설계, 그리고 착용자의 상황에 따라 변형하여 착용 가능한 다변성(transformable) 설계로 실현한다. 신체의 내·외부적 변화가 급격한 액티브 스포츠의 경우 기능성 소재의 사용이 반드시 필요하며, 바디컨셔스 액티브 스포츠웨어에 사용되는 소재에 요구되는 특성은 신축성과 더불어 초경량 컴포트 핏, 저항의 최소화, 속건성 쿨링 시스템 및 투습 방수기능이 있다(Baik & Kim, 2005). 또한 활동 시 요구되는 다양한 기능 제공을 위한 구조 및 설계에 의한 기능성의 예로 수납을 위한 주머니와 말림 방지 기능 및 사이즈 조절 기능과 사용자의 환경이나 취향에 따라 의복이 여러 스타일로 변형되어 다양하게 착용 가능한 다변성 설계가 있다.

안전성은 안전사고 방지를 위한 디자인이다. 이는 사용 시 잘못된 자세를 유발하거나 사용상의 실수로 인체에 가해지는 위험을 방지하는 디자인으로 에르고노믹 패션 디자인에서의 안전성은 의복의 기본 기능 중 하나인 신체 보호(Kim, 2004)가 더욱 발전한 안전성으로써, 환경이나 움직임에 따른 물리적·생리적 충격에서 인체를 보호하기 위한 장치의 설계로 실현한다. 이는 외부의 물리적 충격을 감소시키는 패드나 마모가 쉬운 부위의 패치 사용과 생체 리듬을 원활히 하여 내부 생리적 충격으로부터 인체를 보호하는 밴트 구조의 설계로 가능할 수 있다.

Table 3. Ergonomic fashion design

Features	Content	Examples from body-conscious active sportswear
Effectiveness	Design considering the posture and movement	<ul style="list-style-type: none"> • solid division pattern considering body • conscious silhouette, posture and movement • use of cutting & sewing line which is not preventing the movement • sewing method which minimizes galling and friction • use of partly elasticity material
Usability	Design of an opening area helping easy detachment	<ul style="list-style-type: none"> • opening design in various positions and lengths • use of the zipper whose detachment is easy and has various size rings
Functionality	<ul style="list-style-type: none"> • Design using functional material for corresponding in/outside environment • Structure and design for providing various function • Changeable design 	<ul style="list-style-type: none"> • use of functional material such as ultralight comfort fit with elasticity, surface process for minimized resistance, the function of moisture absorption and quick drying, and the function of moisture transmission and water proofing • Pocket design for receipt • the rolling protection treatment • size control device • transformable design
Safety	Devices for human body protection from physical and physiological impact according to the environment & movement	<ul style="list-style-type: none"> • protection pad • abrasion protection patch • bent structure • mesh material

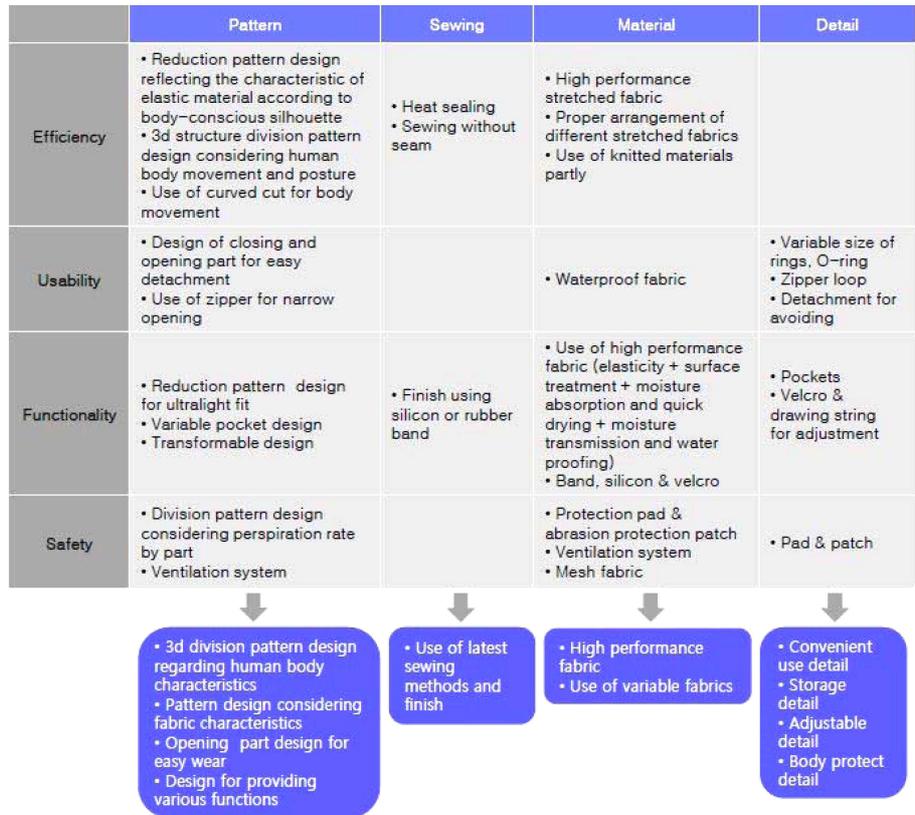


Fig. 20. Ergonomic fashion design features by the composition elements of the clothing.

4.2. 의복 구성 요소별 에르고노믹 패션 디자인의 특징

에르고노믹 패션은 기능주의 패션이 추구하는 기능성 소재나 디테일과 같은 의복의 외적인 측면뿐 아니라, 인간의 움직임에 따른 근육의 변화나 피부의 발한, 내부 생리 작용과 그로인한 상해와 같이 인체에서 발생하는 다양한 반응까지 고려하여 의복을 디자인하는 인간 중심의 패션이다. 그러므로 동일한 환경 조건 및 운동 강도하에서도 의복의 맞춤새, 패턴, 디자인 등에 따라 인체 생리반응이 달라짐(Gavin, 2003)을 고려하였을 때, 에르고노믹 패션은 이러한 의복 구성 요소의 적합한 설계를 통하여 실현됨을 알 수 있다. 여기에서 의복 구성 요소에 대한 용어를 재정리하자면 맞춤새는 실루엣을, 패턴은 패턴 설계를, 디자인은 봉제나 소재 및 디테일을 의미한다. 본 연구에서는 이미 에르고노믹 패션 디자인의 특징이 잘 드러내는 실루엣으로 바디컨셔스 실루엣을 선정하였다. 건강한 신체미를 그대로 드러내며 소재의 신축성으로 자세나 활동에 제한이 없으므로, 인간중심의 에르고노믹 패션 실루엣에 적합하다 할 수 있다.

다음은 바디컨셔스 액티브 스포츠웨어를 각각의 에르고노믹스 특성에 따라 정리한 결과를 바탕으로 에르고노믹 패션 디자인의 특징을 패턴·봉제·소재·디테일별로 정리·분석했다(Fig. 20).

첫째, 에르고노믹 패션 디자인의 패턴에 나타나는 특징은 인체 특성을 반영한 입체분할 패턴 설계와 소재의 특성을 반영한 패턴 설계, 착탈의 용이함을 위한 개구부 설계, 그리고 다기능

제공을 위한 설계가 있다.

인체는 곡선으로 이루어져 있으며 동작에 따른 부위별 신장 및 수축은 각각 다르게 나타난다. 그러므로 3차원 곡선으로 구성된 인체의 형태 및 동작에 따른 변화를 고려한 패턴 설계가 이루어져야 효율적인 움직임이 가능하다. 또한 부위별 발한 정도에 따른 적합한 소재의 사용과 통풍 구조 설계를 위하여 인체 부위별 발한율의 고려가 필요하며, 이는 인체의 쾌적성과 안전성을 높여 활동의 능률을 향상시키기 위함이다. 그리고 인체 부위별 신장율을 고려한 마이너스 여유분의 축소 패턴 설계가 요구된다. 바디컨셔스 실루엣에 필수적인 신축성 소재는 의복의 활동성을 증진시키나, 신장이 큰 부위의 소재 당김은 해당 부위 압박 및 그로인한 활동 불편을 야기하고 반대로 수축 부위의 주름은 외부환경에 대한 저항성을 높여 활동의 효율성을 떨어뜨리기 때문이다. 이처럼 인체 동작에 따른 신장 및 수축과 같은 형태 변화와 부위별 발한율 등과 같은 인체의 다양한 상태를 고려한 패턴 설계에는 입체 분할 패턴이 적합하다.

최근에는 입체 분할패턴 설계의 한 종류로써, 3D 컴퓨터를 이용하여 인체 동작에 따른 부위별 변화를 예측하고 이에 상응하는 절개선을 삽입하여 활동성을 높이는 테크니컬 컷의 의복 설계에 적용하기도 한다. 과거에도 체형과 인체 근육을 고려한 설계가 존재(Susumu, 1999)하였으나, 현대 3D기술의 발달로 예측이 용이해지면서 테크니컬 컷의 사용이 활성화되고 있는

추세이다. 동작을 고려한 절개선은 인체 라인을 따라 곡선으로 이루어지며, 움직임에 방해하지 않는 부위에 위치한다. 이처럼 곡선의 절개선은 원활한 움직임을 돕는 실질적 기능과 함께 장식의 기능도 하여 의복을 더욱 역동적이게 보이는 심미적 역할을 한다.

이렇듯 신축성이 뛰어난 소재를 사용하더라도 전신을 덮는 의복은 용이한 착탈을 위한 개구부를 설계하여 환경이나 신체의 변화에 민첩하게 대응하도록 해야 한다. 이를 위하여 의복의 착탈을 위한 큰 개폐구의 설계가 필요하며 동작에 방해가 되지 않는 부위에 위치해야 한다. 주로 앞·뒤 중심에 위치하며, 경우에 따라 목덜미 어깨선에서 앞중심 방향으로 내려오는 사선이나 뒤의 등 너비선을 따라 가로지르는 위치에 설계하기도 한다. 또한 의복의 개구부인 목, 손목, 발목 부위에 지퍼를 설계하여 착탈 시 지퍼를 열어 개구부를 확대하고, 착의 시에는 닫아 바디컨서스 라인을 유지할 수 있도록 설계한다.

21세기 의복, 즉 에르고노믹 패션 디자인에 요구되어지는 다기능성은 착용자의 다양하고 광범위한 활동을 허용하는 특성(Quinn, 2012)으로서 의복 활동 시 요구되는 다양한 수납 시스템의 설계나 변화하는 외부 환경에 적극적으로 대처할 수 있는 변형 가능한 디자인의 설계를 통하여 실현한다.

이와 같이, 동작과 자세에 따른 변화와 부위별 발한율과 같은 인체 특성을 반영한 입체 분할 패턴 설계, 바디컨서스 실루엣에 따른 신축성 소재의 특성을 반영한 축소 패턴 설계, 착탈의 용이함을 위한 개폐구 및 개구부의 설계, 그리고 다양한 기능을 제공하는 수납 시스템 및 변형 가능한 설계가 에르고노믹 패션 디자인의 패턴에 나타나는 특징이다.

둘째, 에르고노믹 패션 디자인의 봉제에 나타나는 특징으로 최신 봉제 기법의 사용 및 마무리가 있다.

2차원의 패턴과 소재를 이용하여 3차원의 형을 부여하는 봉제는 크게 스티칭(stitching)과 열봉합이 있다. 일반의복에서는 바늘과 실을 사용하는 스티칭을 많이 사용하나, 합성섬유의 발달로 소재에 열과 압력을 가하여 연결하는 열봉합 기법 역시 널리 이용되고 있다. 신축성 소재에서는 봉제선 부위의 신축성 저하로 인한 움직임의 방해를 방지하기 위하여 그 위치를 신장율이 적은 부위로 한다. 또한 봉제선으로 인한 쓸림이나 마찰 방지를 위하여 시접을 없앤 열봉합 접착 방식이나 무시접 봉제 기법을 사용한다. 또한 봉제는 추가적인 단 처리 등에도 사용된다. 격렬한 움직임에 방해가 되지 않도록 하며 인체 밀착을 유지하기 위한 바지단 및 허리단의 실리콘 처리 및 밴드를 이용한 말림 방지 처리가 그 예이다.

이와 같이, 열접착이나 무시접 봉제와 같은 최신 봉제기법의 사용과 움직임에 지장을 주지 않으면서 인체 밀착을 유도하는 실리콘 및 고무 밴드를 이용한 마무리가 에르고노믹 패션 디자인의 봉제에 나타나는 특징이다.

셋째, 에르고노믹 패션 디자인의 소재에 나타나는 특징으로 고기능성 소재와 복합적 소재의 사용이 있다.

에르고노믹 패션 디자인의 바디컨서스 실루엣을 위하여 신축성 소재가 사용됨은 이미 언급하였다. 에르고노믹 패션 디자인에서는 신축성 소재의 사용과 함께 인체 활동을 원활하게 하는 다양한 기능의 소재 사용 또한 필요하다.

먼저, 외부환경이나 활동으로 인한 공기나 물의 저항 및 소재간의 마찰 저항을 감소시키기 위하여 표면을 매끄럽게 처리하거나, 돌기를 준 표면 가공 소재의 사용이 있다. 또한 땀의 배출과 빠른 건조를 가능케 하는 흡습 속건 소재와, 외부로부터의 수분 침투를 막는 동시에 불감증설 및 발한으로 인한 땀의 배출을 용이하게 하는 투습 방수 소재의 사용은 인체의 쾌적성을 유지하여 활동의 능률을 높인다.

분할 패턴 설계 시 부위별 발한 정도를 고려한 적절한 소재의 배치가 인체 쾌적성을 향상시키는 앞서 언급하였다. 땀을 많이 흘리는 부위에 메시와 같은 통풍 소재를 사용함으로써 땀의 빠른 증발을 가능케 하여 체온 조절을 통한 인체 안전성 확보 및 쾌적성 향상으로 인체 활동의 효율성을 높인다. 이러한 부위별 적합 소재의 배치는 인체 부위별 신장률에도 적용되는 것으로 신장이 큰 부위에 신장률이 높은 신축성 소재의 사용으로 움직임의 저해를 방지하고, 부분적 편직으로 봉제선을 대신하여 활동성을 높인다.

또한 말림 방지 처리가 필요한 부위의 고무 밴드나 실리콘 사용과 조절 부위의 벨크로 사용은 에르고노믹 패션 디자인의 기능성을 높이는 다양한 소재 사용의 예라 할 수 있다. 보호용 패드나 마모 방지 패치와 같은 외부 충격으로부터 인체를 보호할 수 있는 충격 방호소재의 사용은 안전성을 향상한다.

이와 같이, 다양한 고기능성 소재의 사용과 이러한 소재의 적합 부위 사용은 에르고노믹 패션 디자인의 소재 사용에 나타나는 특징이다.

마지막으로, 에르고노믹 패션 디자인의 디테일에 나타나는 특징으로 사용용이성, 수납, 조절 가능성 그리고 인체 보호 디테일이 있다.

다양한 사이즈와 모양의 지퍼 고리나 지퍼 당김줄과 같은 디테일과 지퍼 고리로 인하여 동작 방해를 받지 않도록 하는 동시에 지퍼의 끝부분으로 인한 피부 쓸림을 방지하기 위한 지퍼 잠금 부위 덮개는 사용자의 편의를 고려하면서 움직임의 효율과 안전을 고려한 디테일 설계이다. 또한 수납을 위한 주머니나 인체에 맞게 사이즈 조절을 가능케하는 벨크로나 드로스트링은 기능성과 함께 손쉬운 사용으로 편의성을 높인다.

이와 같이, 사용이 쉬운 디테일의 사용과, 수납이 가능하고, 개인에 맞게 조절이 가능하며 인체 보호 기능까지 만족시키는 디테일의 사용은 장식성이 강한 일반적 의복의 디테일과 달리 에르고노믹 패션 디자인의 디테일에 나타나는 특징이다.

이상 살펴본 바, 에르고노믹 패션 디자인은 인체 움직임뿐 아니라 소재와 착용 환경까지 고려한 패턴의 설계와 이를 고려한 최신 봉제 기법의 사용 및 다양한 환경에 부응하는 고기능성 소재의 복합적 사용과 단순 장식이 아닌 실질적이고도 다양

한 기능을 가지는 디테일의 사용을 특징으로 한다.

5. 결 론

심미적인 것은 기본이고 의복의 기능과 효율의 극대화가 요구되어지는 21세기 패션은 기능성과 활동성 그리고 물리적·생리학적인 요소까지 고려한 에르고노믹 패션에 대한 요구가 확대되고 있다.

이에 본 연구는 에르고노믹 디자인의 특성을 바탕으로 바디컨셔스 액티브 스포츠웨어 분석을 정리 및 설명하여, 이를 근거로 에르고노믹 패션 디자인의 특성 및 의복 구성 요소별 에르고노믹 패션 디자인의 특징을 정리하여 에르고노믹 패션 제품 개발을 위한 가이드 라인을 제공하고자 하였다.

문헌 및 선행연구에서 도출한 에르고노믹 디자인의 특성은 효율성, 사용용이성, 기능성, 안전성으로 이를 바탕으로 에르고노믹 디자인 제품의 실증적 사례를 수집하여 분석·정리한 결과 다음과 같이 나타났다. 먼저 효율성은 인체피로감을 최소화하는 디자인, 사용용이성은 신체능력과 무관하게 기능의 직관적 이해와 사용이 쉬운 디자인, 기능성은 다양한 기능과 변형 가능성을 제공하는 디자인, 안전성은 안전사고 방지를 위한 디자인에 나타나는 디자인으로 나타났다.

인간 공학의 집결로 에르고노믹 디자인 요소가 가장 충실히 적용된 의복인 바디컨셔스 액티브 스포츠웨어 중, 사이클웨어, 수영복, 스킨스쿠버복의 웨트슈트를 선정하여 분석하여 이를 에르고노믹 디자인 특성에 따라 정리한 결과 효율성은 동작 시 취해지는 자세와 움직임에 고려한 설계, 사용용이성은 용이한 착탈을 돕는 개구부의 설계, 기능성은 내·외부 환경에 대응 가능한 기능성 소재 사용을 위한 설계, 다양한 기능 제공을 위한 구조 및 설계 그리고 변형 가능한 설계로 실현 가능하다. 안전성은 환경과 움직임에 따른 물리적·생리적 충격으로부터의 인체보호 장치로 실현 가능하다.

에르고노믹 패션 디자인 특징을 패턴·봉제·소재·디테일 별로 정리한 결과는 다음과 같다. 패턴에서의 특징은 인체 특성을 반영한 입체 분할 패턴 설계, 신축성 소재의 특성을 반영한 축소 패턴 설계, 착탈의 용이함을 위한 개폐구 및 개구부의 설계, 그리고 수납 시스템 및 변형 가능한 설계에 있다. 봉제에서의 특징은 최신 봉제기법의 사용과 움직임에 지장을 주지 않으면서 인체 밀착을 유도하는 마무리에 있다. 소재에서의 특징은 다양한 고기능성 소재의 사용과 이러한 소재의 적합 부위 사용에 있다. 디테일에서의 특징은 사용이 쉬운 디테일의 사용과, 수납이 가능하고, 개인에 맞게 조절이 가능하며 인체 보호 기능까지 만족시키는 디테일의 사용에 있다.

본 연구의 한계점은 다음과 같다. 먼저 바디컨셔스 액티브 스포츠웨어의 분석에 있어서 스포츠웨어를 3가지로 한정하였으며 선정한 스포츠웨어 역시 다양한 브랜드의 다수 제품을 분석하지 않아 특성 분석에 제한점이 있었다. 또한 디자인 요소별 특징의 실질적인 패션 적용의 예를 제시하지 않은 점이 한계점

으로 남는다.

하지만 이상의 연구는 에르고노믹 패션 디자인 제품 개발을 위한 기초 자료가 되리라 사료되며, 더 나아가 에르고노믹 패션 디자인이 적용된 패션 스타일에 관한 연구와 실물 제작을 향후 연구로 제안하는 바이다.

감사의 글

이 논문은 2013학년도 서울여자대학교 자연과학연구소 교내학술연구비의 지원을 받았음.

References

- Alexander, H. (2010, February 27). Milan fashion week: Jil Sander autumn/winter 2010/11 collection. *Fashion Telegraph*. Retrieved May 10, 2013, from <http://fashion.telegraph.co.uk>
- 'Apple hip'. (2010, August 14). *Naverblog*. Retrieved April 16, 2013, from <http://blog.naver.com/PostView.nhn?blogId=dnwj062&logNo=60113065403>
- Baek, J. H. (2000, Autumn ed.). Sports science information -Sports science using high-tech equipment. *Sports Science*, 30-34.
- Baik, C. E., & Kim, S. Y. (2005). Study on the fabric trend in hi-tech functional active sportswear. *Journal of the Korean Fashion & Costume Design Association*, 7(1), 55-63.
- 'Body compression swimsuit'. (n. d.). *Arena International*. Retrieved April 6, 2013, from www.arenainternational.com
- 'Body conscious'. (1997, August 25). *Fashion dictionary*. Retrieved March 29, 2013, from <http://terms.naver.com/entry.nhn?cid=703&docId=279560&mobile&categoryId=703>
- Chae, W. S., & Kang, N. J. (2009). Effects of wearing spandex pants on impact forces and muscle activities during drop landing. *Korean Journal of Sport Biomechanics*, 19(3), 603-610.
- Choi, H. S., Park, J. H., Lee, K. M., Do, W. H., & Kim, E. K. (2001). *Active sports wear design*. Seoul: Suhaksa.
- Choi, J. H. (2011a). Development of the men's scuba diving suit pattern by using 3D body-scanned data. *Journal of the Korean Home Economics Association*, 49(4), 105-113.
- Choi, J. Y. (2011b). *Engineering design of 3D tight-fit garment using skin surface mapping based on the skin deformation of lower body*. Unpublished master's thesis, Chungnam National University, Daejeon.
- Citrain 64. (2011, November 1). Ergonomics sholve-Xovel. *Naverblog*. Retrieved April 16, 2013, from <http://citrain64.blog.me/100141955110>
- 'Cool-weather-gear'. (n. d.). *Nsrkorea*. Retrieved March 30, 2013, from www.nsrworld.co.kr
- 'Cycle wear'. (n. d.). *Rapha MMXIV*. Retrieved March 28, 2013, from www.rapha.cc
- 'Ergo™ knives'. (n. d.). *Bacho*. Retrieved April 16, 2013, from www.bahco.com/english/products/ergo_knives.html
- 'Fast skin suit'. (n. d.). *Massachusetts Institute of Technology*. Retrieved March 29, 2013, from <http://web.mit.edu>
- 'Flat lock seam'. (n. d.). *Louis Garneau*. Retrieved March 29, 2013, from www.louisgarneau.com

- Gavin, T. P. (2003). Clothing and thermoregulation during exercise. *Sports Medicine*, 33(13), 941-947.
- Heo, Y. S. (2010, April 14). Stylish design – King t, *LG Electronics Blog*. Retrieved April 15, 2013, from <http://lgeblog.tistory.com/365>
- Hong, S. A. (2002). 3D Anthropometry for the development of protective clothing systems. *The Korean Society of Living Environmental System*, 9(4), 321-326.
- Jeong, Y. H. (2006). *Pattern development of cycling pants from 3D human scan data considering the moving posture and the curvature plot for comfortable pressure sensation*. Unpublished doctoral dissertation, Chungnam National University, Daejeon.
- Jeong, Y. H. (2008). Fundamental relationship between reduction rates of stretch fabrics and clothing pressure. *Korean Living Science Association*, 17(5), 963-973.
- Jhoony. (2013, March 11). Biuro table. *Naverblog*. Retrieved April 14, 2013, from <http://blog.naver.com/jhoony71/80185153484>
- Jo, G. H. (2003). *Aesthetics of contemporary fashion in stretch fabrics*. Seoul: Gyeongchunsa.
- Kim, C. S., & Kwon, Y. H. (2000). Thermal resistance values of skinscuba clothing material. *Journal of the Design Research Institute of Kyunghee University*, 3(1), 119-125.
- Kim, H. J. (2010). *Introduction and necessity of ergonomics mark*. Unpublished master's thesis, Dongeui University, Busan.
- Kim, M. J. (2004). *Lecture for aesthetic of dress*. Paju: Kyomunsa.
- Kim, S. Y., & Hong, K. H. (2012). Engineering design process of tight-fit sportswear using 3D information of dermatomes and skin deformation in dynamic posture. *Korean Journal of Human Ecology*, 21(3), 551-565. doi: 10.5934/KJHE.2012.21.2.551
- Kitteringham, G. (2006). Outdoor clothing now matches insulation to specific zone. *Technical Textile International*, 15(3), 21-22.
- Knox, K. (2011, February 23). New York fashion week autumn winter 2011: Y-3. *Clothes Whisperer*. Retrieved May 10, 2013, from www.theclotheswhisperer.co.uk
- Lee, G. H. (1996). *Human engineering*. Seoul: Sangjosa.
- Lee, J. C. (2008, June 9). 'Wowtech' shows ergonomics mouse design. *International Business Times*. Retrieved April 16, 2013, from www.ibtimes.co.kr/article/news/20080609/3971944.htm
- Lee, T. S. (2000). Ergonomics. *Physical education dictionary*. Retrieved May 14, 2013, from <http://terms.naver.com/entry.nhn?docId=452171&cid=692&categoryId=692>
- Lee, Y. K. (2010). The impact of functionalism on changes of women's sportswear - Focusing on the first half of the 20th century. *Journal of the Korean Fashion & Costume Design Association*, 12(4), 43-59.
- 'Mobilità nell'immobilità'. (2010, October 12). *Mixdesign*. Retrieved April 10, 2013, from www.mixdesign.it/Mobilit-nell-immobilit-mono_x_4333.html
- Nam, K. M. (2003). *A study on the prototype of whole swimsuit*. Unpublished master's thesis, Changwon National University, Changwon.
- Ok, D. P. (2007). *Effective of the usage of wetsuits and its impact to the windsurfers' body temperature changes to prevent the buildup of fatigue chemicals which can lead to the windsurfers' muscle fatigue and injuries*. Unpublished master's thesis, Busan University of Foreign Studies, Busan.
- O'Mahony, M., & Braddock, S. E. (2003). *Sportstech: Revolutionary fabrics, fashion & design* (I. S. Cha, Trans.). Seoul: Yegyeong. (Original work published 2002)
- Pendergast, D. R. M., Tedesco, D. M., Nawrocki, D. M., & Fisher, N. M. (1996). Energetics of underwater swimming with scuba. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 28(5), 573-580.
- Quinn, B. (2012). *Fashion futures*. London: Merrell.
- 'Racing back swimsuits'. (n. d.). *Speedousa*. Retrieved March 29, 2013, from <http://www.speedusa.com>
- Ryu, H. J. (2011, October 23). Full-length bodysuit prohibition. *Mksports*. Retrieved May 29, 2013, from <http://sports.mk.co.kr/view.php?mc=PT&no=685931&year=2011>
- Seo, S. Y., Shim, J. Y., & Choi, T. H. (2010). The role of ergonomics in the vehicle development stage. *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, 29(1), 7-16.
- Shin, S. Y. (2010, November 23). Useful backpack, Ameribag. *Joongang Ilbo*. Retrieved April 17, 2013, from http://article.joinsmsn.com/brandnews/article/article.asp?total_id=4695620&ctg=2300
- Song, K. H. (2011, May 25). Not stick, smart computer—the aid. *Zdnet Korea*. Retrieved April 10, 2013, from www.zdnet.co.kr
- 'Sports wear'. (2013). *Doosan dictionary*. Retrieved March 29, 2013, from <http://terms.naver.com/entry.nhn?docId=1117472&cid=40942&categoryId=32085>
- 'Swimsuit'. (2008). *Sports dictionary*. Retrieved Jan. 12, 2013, from http://terms.naver.com/entry.nhn?cid=686&docId=384427&mobile&categoryId=1436#TABLE_OF_CONTENT6
- Susumu, N. (1999). *Clothes & Body type* (M. H. Na & J. S. Kim Trans.). Seoul: Yehaksa. (Original work published 1996)
- 'Transformable cool-weather-gear'. (n. d.). *Shimano*. Retrieved March 29, 2013 from www.shimano.com
- 'Velcro collar wetsuit'. (n. d.). *Extreme Union*. Retrieved March 29, 2013, from www.wind-surfing-gear.com
- Watkins, S. M. (1998). *Clothing: The portable environment*. (H. S. Choi, Trans.). Seoul: Ewha Womans University Press. (Original work published 1995)
- 'Wetsuits'. (n. d.). *Mares*. Retrieved March 29, 2013, from <http://www.mares.com/products/divingwear/wetsuits-mens-neoprene/?region=eu>
- Yang, D. J. (2010). *Ergonomics & Design*. Seoul : Minyoungsa.
- Yi, C. M., Kim, T. K., & Kwon, O. K. (1998). Fatigue phenomenon of mechanical properties in jean slacks by the after wearing. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles*, 22(2), 257-266.
- 'Zip string wetsuit'. (n. d.). *Aquasphere*. Retrieved March 29, 2013, from <http://www.aquasphere.com>

(Received 20 March 2014; 1st Revised 10 April 2014;
2nd Revised 29 April 2014; Accepted 20 May 2014)