

운동강도 평가를 이용한 국립공원 등산로의 관리대책¹

- 설악산국립공원과 계룡산국립공원을 대상으로 -
이준우² · 박범진³

Management Guideline of Trail in National Park Using Analysis of Exccercise Load¹

- At Sōraksan Nat'l Park and Kyeryongsan Nat'l Park -
Joon-Woo Lee², Bum-Jin Park³

요 약

본 연구는 등산로의 물리적 특성과 등산시 운동강도와의 관계를 밝히고 이를 이용자관리에 적용할 수 있는 가능성을 제시하고자 수행되었다. 설악산국립공원과 계룡산국립공원을 대상으로 운동부하에 영향을 미치는 등산로의 물리적 특성을 조사한 결과, 경사도가 주요원인이며, 등산시 짐의 무게도 운동부하 증감에 영향을 미치는 것으로 조사되었다. 급경사지에 위치한 등산로의 이용을 억제시킬 수 있는 방안으로 등산로의 연령대별 운동강도를 추정하여 제시하였다. 제시된 홍보자료는 체력이 낮거나 나이가 많은 탐방객의 이용을 억제시킬 수 있을 것으로 판단된다.

주요어 : 등산로, 심장박동수, 이용자관리

ABSTRACT

This study was aimed to predicting the exercise load in mountain climbing related physical condition of trail, and to propose a capability of user management. It appeared that exercise load in mountain climbing was mainly influenced by the slope of trail and weight of load. It thought that the trails of steep area could be controled the use of person who have a low athletic power as a propose the exercise load index by age.

KEY WORDS : MOUNTAIN TRAIL, HEART RATE, USER MANAGEMENT

1 접수 1997년 12월 31일 Received on Dec. 31, 1997.

2 충남대학교 산림자원학과 Dept. of Forest Resources, Chungnam Natural Univ., Taejon, 305-764, Korea

3 충남대학교 대학원 Graduate School Chungnam Nat'l Univ., Taejon, 305-764, Korea

서론

사람들은 찌들어 버린 일상생활에서 벗어나 자연을 느끼고 삶의 활력을 되찾기 위해 산을 찾는다. 우리 국토의 대부분을 차지하고 있는 산은 한국인에게 특별한 존재이며, 휴식처이다. 산은 자신을 구성하고 있는 물과 나무와 기암 절벽 그리고 야생 동·식물이 어우러져 펼쳐는 장관을 통해 인간에게 시각적 감흥을 줄 뿐만 아니라 시원한 물소리와 자연의 내음 그리고 온 몸을 감싸고 도는 바람으로 인간의 오감을 자극하여 자연을 경험하게 한다. 따라서 등산은 지구가 몸을 당기는 방향과 반대로 자신의 신체를 이동시키는 단순한 운동이 아니라 몸과 마음의 피로를 씻고 자연의 일부인 인간의 존재를 깨닫는 행동이라 할 수 있다.

거의 움직임이 없는 현대인들의 일상생활과 비교해 볼 때 등산은 신체에 무리가 가는 매우 힘든 운동이다. 무리한 등산을 피하기 위해서는 자신의 체력과 등반하려는 등산로의 특성을 잘 알고 알맞은 등산로를 선정할 필요가 있다. 그러나 우리 나라 국립공원의 등산로는 이용자가 자신의 체력을 고려하여 등산로를 선정할 수 있는 정보를 제공하지 못하고 있다. 등산로의 특성을 알고 특성에 맞추어 탐방객을 유도하는 것은 단순히 등산객이 무리한 등산을 못 하도록 하는 것 이상의 의미를 지닌다. 산의 정상부는 매우 좁고 민감한 부분으로 수용능력이 매우 적은 반면에 한국인의 등산습관은 정상지향적이므로 이용강도는 매우 높게 나타난다. 따라서 중·장년층의 체력에 맞는 등산로를 표시하여 다른 곳으로 이용을 유도하는 것은 정상부와 정상부에 이르는 등산로의 훼손을 막을 수 있는 이용자 관리의 한 방법으로 사용될 수 있을 것이다.

등산로는 노선의 경사도에 따라 이용객의 신체에

무리를 주는 정도가 달라지며, 노면의 재질이 어느 정도 다리에 전해지는 충격을 흡수할 수 있는지에 따라서도 그 정도가 틀려진다. 또한 아름다운 경관이 주는 감흥도 더러는 신체적 부담을 덜어주곤 한다. 이러한 인자를 고려하고 각각의 등산로가 가지는 물리적 특성을 조사하여 이에 따른 등산의 난이도를 탐방객이 쉽게 알 수 있도록 해 주는 일은 매우 중요한 일이 아닐 수 없다. 이러한 자료는 탐방객이 등산계획을 수립하는데 사용할 수 있을 뿐만 아니라 관리자가 이용에 따른 등산로 훼손을 예측하고 구조물 설치를 계획할 경우 유용하게 사용될 수 있다.

본 연구는 설악산국립공원과 계룡산국립공원의 등산로를 중심으로 등산로의 물리적 특성과 운동부하와의 관계를 조사하였으며, 산악형 국립공원의 등산로 관리를 위하여 등산로의 연령대별 운동강도를 추정하여 중·장년층의 급경사지에 위치한 등산로 이용을 억제할 수 있는 홍보자료의 적용 가능성을 제시하고자 수행되었다.

재료 및 방법

1. 연구대상지역의 선정

본 연구의 대상지는 설악산국립공원의 등산로 4개소와 계룡산국립공원 지역의 등산로 1개소, 그리고 설악산국립공원 근교에 위치한 평지 1개소로서, 조사대상 노선의 개황은 Table 1에서 보는 바와 같다.

2. 등산로의 경사도 조사

등산로의 경사도는 조사대상 지역의 1:5,000 지형도를 판독, 등고선 간격에 따른 표고차를 이용하

Table 1. General description of mountain trails investigated

Location	Route	Average gradient(%)	Length(km)	Remark
	Flat road	0	2.4	-
Sōraksan	Changsudae~Taesūngnyōng ~ Paekdamsa	39.3	6.7	Uphill & Downhill
Nat'l Park	Paekdamsa~Yōngsiam	27.3	3.7	Uphill
	Pisōndae~Madūngnyōng	27.5	3.9	Uphill
	Shinhūgsa~Ulsanbawi	29.4	2.6	Uphill
Kyeryongsan Nat'l Park	Donghacksa~Nammaetap ~ Keumjandyogae	21.4	2.3	Uphill

여 경사도를 산출하였으며, 미세지형에 따른 경사도를 등산로 상에서 클리노미터(Clinometer)를 이용하여 지형도 상에서 구한 경사도를 보정하였다.

3. 등산시 심박수의 측정

등산시 운동강도의 변화를 측정하기 위하여 다양한 조건의 등산로에서 짐 없이 등반하는 경우와 짐을 가지고 있을 경우의 등산시 심장박동수를 1분 간격으로 측정하였다.

운동강도의 측정지표로서 심박수는 기온, 습도, 탐방객 심리상태, 지형조건 등에 따라 그 변화가 다양하여 등산로의 조건 및 탐방객의 특성에 영향을 받는다. 그러나, 심박수는 다른 생리적 지표와 비교하여 연속적으로 손쉽게 측정할 수 있다는 장점을 가지고 있어 현장 실험에서 많이 사용되고 있다.

연구대상 등산로에서 등산시 심박수의 변화는 핀란드의 POLAR ELECTRO사에서 제작한 심박수 측정기(Polar Sport Tester P-4000)를 사용하여 측정하였다. Figure 1에서 보는 바와 같이 심박수 측정기의 감지기 및 송신기는 벨트처럼 피험자의 가슴에 부착하여 심장박동 신호를 감지한 다음 무선으로 송신하고, 수신기 및 기억장치는 손목시계처럼 손목에 착용하는데 송신된 심장박동 신호를 수신하여 기억할 수 있으며, 기억장치(손목시계)에 파일별

로 기억된 자료를 컴퓨터 인터페이스를 통하여 전송한 후 전송된 심박수 자료를 활용·분석할 수 있도록 구성되어 있다.

4. 피험자 선정과 운동강도의 추정

운동강도를 나타내는 절대적인 측정단위로는 분당 에너지소비량(kcal/min., kj/min.), 분당 산소소비량($l/min.$), 에너지대사율(Relative Metabolic Rate: RMR) 등이 이용되는데 상대적인 운동강도의 단위로는 최대 산소소비량에 대한 백분율이나 최대심박수 또는, 안정시 심박수의 백분율로 나타내는 방법이 있다(山地, 1981).

본 연구에서 운동강도의 추정을 위하여 최대심박수와 안정시 심박수, 그리고 운동시 심박수를 측정하였으며, 이를 바탕으로 심박수증가율과 운동강도 지수를 구하였다.

안정시 심박수는 작업 시작전 10분 이상 앉아서 쉬은 상태의 맥박수를 이용하였으며, 최대심박수는 Boeltz(1987)가 제시한 아래의 식을 사용하여 추정하였다.

$$\begin{aligned} \text{Maximal heart rate}(\text{beat}/\text{min.}) \\ = 220 - \text{Age}(\text{year}) \dots\dots\dots (1) \end{aligned}$$

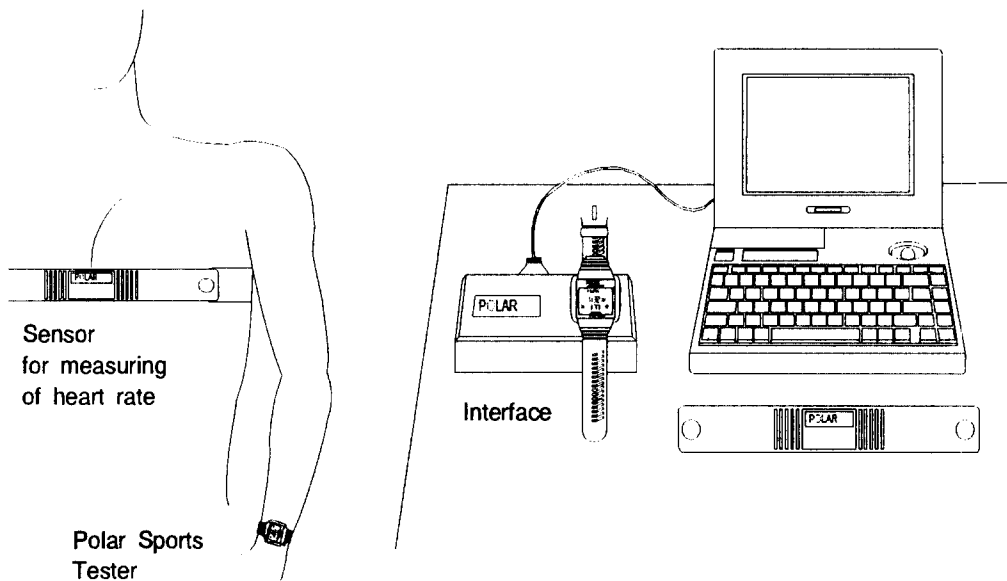


Figure 1. Diagram of equipment(Polar Sport Tester P-4000) for measuring of heart rate

Table 2. Physical characteristics of the subjects

Subject	Age (year)	Weight (kg)	Height (cm)	Maximal heart rate (beat/min.)	Resting heart rate (beat/min.)	Sex
1	26	70	177	194	74	Male
2	26	58	175	194	54	Male
3	25	64	170	195	70	Male
4	23	68	168	197	77	Male
5	23	52	160	197	72	Female
6	22	56	164	198	67	Female
7	22	54	164	198	65	Female
8	22	50	159	198	69	Female

연구에 참여한 피험자는 22세에서 26세의 남녀 각각 4명으로 선정하였으며, 피험자의 신체적 특성은 Table 2에서 보는 바와 같다.

(1) 심박수증가율

심박수증가율이란 식 (2)와 같이 운동시 심박수의 증가율과 안정시 심박수의 비율을 운동부하의 척도로 사용하는 방법이다(서울대학교 운동생리학실험실, 1989).

$$IHR = \frac{HRw - HRr}{HRr} \times 100 \dots\dots\dots (2)$$

IHR: 심박수증가율(%)

HRw: 작업시 심박수(beat/min.)

HRr: 안정시 심박수(beat/min.)

(2) 운동강도지수

운동강도지수(Exercise Intensity: EI)란 최대 심박수에서 안정심박수를 뺀 여유심박수(heart rate reserve)에 대한 심박수증가량을 백분율로 표시하여 상대적인 운동강도로 나타내는 방법으로써 아래의 식 (3)과 같이 구할 수 있다(Karvonen과 Vuorimaa, 1988).

$$EI = \frac{HRw - HRr}{HRmax - HRr} \times 100 \dots\dots\dots (3)$$

EI: 운동강도지수(%)

HRw: 운동시 심박수(beat/min.)

HRr: 안정시 심박수(beat/min.)

HRmax: 최대심박수(beat/min.)

결과 및 고찰

1. 등산로의 운동강도 평가

Table 3에서 보는 바와 같이 등산시 나타낸 최대 심박수는 등산로에 물리적 특성 및 개인의 신체적 특성에 따라 다소 차이는 있지만 약 132~189beat/min.에 달하는 것으로 나타났다. 이 값은 이준우(1995)가 오대산국립공원과 계룡산국립공원에서 등산시 심박수가 최대심박수의 약 78~93%에 달하는 것으로 보고한 값과 비슷한 경향을 보이고 있다.

보통 땀흘리는 운동이라고 하면 6kcal 운동인데, 이는 시속 3km로 등산을 하는 경우 1시간을 걸으면 360kcal가 소비되어진다. 또한, 최대산소섭취량의 40%, 심박수가 분당 120~140회의 땀이 날 정도의 등산이 최적인 것으로 알려져 있다(岩崎, 1986).

그러므로 보행속도와 등산로의 조건, 그리고 소비된 에너지량의 관계에 대한 연구가 더 진행되어야 할 것으로 판단된다.

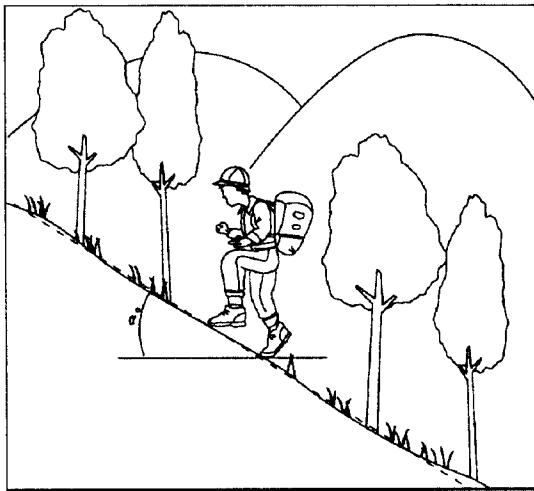
평지와 경사지에서 심박수증가율과 운동부하를 비교해 보면 경사지에서 심박수 증가율이 평지보다 3.81~8.83배, 운동부하는 2.55~6.06배로 나타나 경사도가 등산시 운동강도에 많은 영향을 미치고 있음을 알 수 있다.

이상의 결과를 통해서 볼 때 산오르기 등산은 흔히들 생각하는 가벼운 산보가 아니라 대단히 힘든 신체운동임을 알 수 있으며, Table 3에 제시한 피험자들의 등산도 매우 무리한 운동으로 판단된다. 따라서 그에 상응하는 등산로 관리 지침이 필요하리라 판단된다.

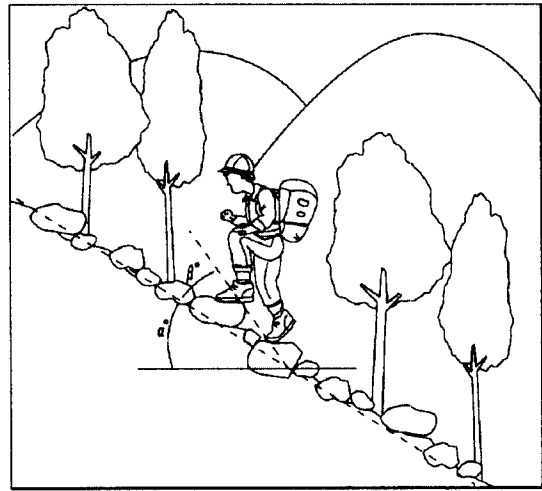
비선대~마등령구간은 평균경사도와 비교하여 운동부하가 크게 나타나고 있는데 이것은 비선대~마

Table 3. Exercise load index on the subjects during the climbing times on each trail

Location	Route	Increment of heart rate(%)	Exercise intensity(%)	Maximal heart rate (beat/min.)
Sōraksan Nat'l Park	Flat road	10.12	8.63	132
	Changsudae~Taesūngnyōng ~Paekdamsa	63.33	36.56	159
	Paekdamsa~Yōngsiam	38.57	22.02	145
	Pisōndae~Madūngnyōng	89.36	52.32	189
	Shinhūngsa~Ulsanbawi	88.41	38.01	185
Kyeryongsan Nat'l Park	Donghacksa~Nammaetap ~Keumjhandygogae	74.32	42.02	170



(a) soil-trail



(b) stone-step-trail

Figure 2. Real gradient($\alpha + \beta$) and average gradient(α) in mountain trail

등령구간이 돌계단으로 이루어져 있으므로 동일한 경사도의 흙길보다 운동부하가 큰 것으로 판단된다. 이러한 현상은 Figure 2에서 보는 바와 같이 (a)와 (b)의 평균경사도는 α 로 동일하나 (b)는 노면이 돌계단으로 되어있어 발을 옮겨 놓을 때의 체감하는 경사도가 (a)와 비교하여 β 만큼 높게 나타나는 것과 동일한 현상이다.

신흥사~울산바위구간과 동학사~금잔디고개구간도 경사지에 돌계단 및 나무계단을 설치하여 평균경사도 보다 많은 운동부하가 나타나고 있는 것으로 조사되었다.

오르막 등산로의 보행 단위시간에 대하여 경사도와 심박수 변화량과의 관계를 분석한 결과는 식 (4)에서 보는 바와 같이 등산로의 경사도가 심박수에 크게 영향을 미치고 있으며, 특히 경사도가 급할수록 심박수의 증가폭은 매우 큰 것으로 나타났다. 그러나 경사도가 아주 급한 곳에서는 비교적 완만한 증가폭을 나타내었는데, 이는 등산로의 경사도가 급한 곳에서는 본능적으로 보행속도가 현저하게 떨어져 운동량이 상대적으로 적어지기 때문이라 판단된다. 따라서 등산로의 물리적 특성과 더불어 적정 보행속도에 관한 연구도 필요할 것으로 판단된다.

2. 등산로의 경사도와 운동강도

$$Y = 10.1285 \times X^{0.1954} (R^2 = 0.5912) \dots\dots (4)$$

Table 4. Exercise load index on loaded weight during the climbing times

Exercise load index	Increment of heart rate (%)	Work load index (%)	Maximal heart rate (beat/min.)
Loaded 10% by weight	79.24	46.16	178
Not loaded	74.32	42.02	170

3. 짐의 무게와 운동강도

등산시 짐의 무게가 등산의 운동강도에 미치는 영향을 파악하기 위하여 맨몸으로 등산할 경우와 피험자가 자신의 체중의 10% 무게의 등산용 배낭을 착용하고 동일한 노선을 보행하였을 경우의 평균 심박수 증가율과 운동강도지수, 그리고 보행시 최대심박수는 Table 4에서 보는 바와 같이 나타났다. 심박수 증가율은 자신의 체중에 10%인 짐을 졌을 때가 짐이 없을 때와 비교하여 6.62% 높은 값을 나타냈고, 운동강도지수와 등산시 최대심박수는 각각 12.53%, 4.71% 높은 것으로 나타나 짐의 무게가 등산시 운동부하에 많은 영향을 미치는 것으로 판단된다.

4. 관리 및 개선 대책

인구의 증가와 소득의 증대, 도시집중적 거주형태 등의 원인으로 매년 야외휴양활동을 희망하는 휴양 수요는 급증하는 현실이다. 휴양활동의 대상이 되는 야외휴양지는 여느 자원과 마찬가지로 적절하게 관리해 주어야만 자원으로서의 가치를 유지할 수 있게 된다. 자원으로서의 가치를 잃은 휴양지는 더 이상 휴양지로서의 의미가 없다. 특히 자연환경자원이 중심이 되고 있는 야외 휴양지의 경우 이용자가 등장하는 순간부터 이용에 따르는 영향이 일어나게 마련인데 이용영향을 적절하게 조정할 수 있는 관리체계가 없는 경우에는 휴양자원이 크게 훼손된다. 더욱이 사람들의 파괴본능(vandalism)으로 인하여 관리되지 않은 휴양자원이 자신이 가지고 있는 가치를 보존하기란 매우 어려운 일이다(송형섭, 1997).

국립공원의 이용 또한 매년 증가추세에 있으며, 이용량 증가에 따른 산악형 국립공원의 등산로 훼손이 심화되고 있는 현실이다. 국립공원의 휴양자원을 관리하는 방법으로는 이용조정과 자원조정의 방법이 사용된다. 등산로의 이용조정은 휴식년제와 같이 이용자의 수를 조절하는 방법이며, 자원조정은 토양이 유실된 훼손지의 복구, 주연부에 덤불이나 인공구조물을 이용한 편책 설치 등이 있다. 본 연구에서는 간

접적 이용자 관리 중 이용패턴에 대한 정보제공으로 정상지향적인 등산로 이용을 분산시키는 방법과 인공구조물을 이용하여 등산로면의 피해를 감소시키는 방법을 제안하고자 한다.

(1) 등산로의 노선별 연령에 따른 운동강도 평가를 통한 탐방객 유도

등산은 한번 운동을 시작하면 하산하여 평지에 도달할 때까지 도중에 포기가 불가능한 운동이다. 그러므로 등산은 종종 무리한 운동이 되며, 건강증진을 목적으로 국립공원을 찾은 탐방객이 무리한 운동으로 자신의 건강을 해칠 수도 있게 된다.

산악형 국립공원의 등산로는 대부분 급경사로 이루어져 있고 이용량이 많은 등산로로써 쉽게 훼손될 가능성을 가지고 있다. 이러한 급경사의 이용량이 많은 등산로를 대상으로 하여 체력이 낮은 중·장년층의 이용을 분산시킬 수 있는 간접적 이용자관리의 한 방법으로 현대인의 주된 관심사인 등산과 건강에 관한 정보를 제공한다면, 등산로의 이용강도를 감소시키고 국민건강 증진에 도움이 될 것으로 판단된다.

무리한 운동은 신체의 발육이 모두 끝난 25세 이후의 탐방객에게는 오히려 건강을 해치는 역효과를 낼 수 있다. 따라서 탐방객은 등산로의 특성과 자신의 체력에 관한 정확한 지식을 가지는 것이 매우 중요하다. 선진국인 일본의 경우는 별첨 1과 같이 휴양림에서 등산전에 자신의 건강을 측정할 수 있도록 건강진흥재단이 작성한 건강도 자기판정표를 사용하고 있다(신재만, 1990). 이러한 방법 외에도 일반적으로 등산시 심장박동수를 직접 측정하는 방법이 많이 사용되어진다. 최대심박수는 최대운동수행능력의 지표로써 성별과 인종, 그리고 평상시의 운동량에 따라 다르게 나타나는데, 특히 연령은 밀접한 관계를 가지고 있으므로 220에서 자신의 연령을 뺀 숫자로 최대심장박동수(1분동안의 박동수)를 추정하는 방법을 사용하여 쉽게 자신의 최대운동능력을 예측할 수 있다. 그러나 이 값은 연령만을 이용하여 추정할 수 있으므로 자신의 평상시 운동량을 바탕으로 조금씩 보정할 필요가 있다.

일반적으로 심장혈관계 질환을 가지지 않은 경우

Table 5. Estimated optimal heart rate by age at Changsudae ~ Paekdamsa trail

Age	21~25	26~30	31~35	36~40	41~45	46~50	51~55	56~60	61~65
Optimum heart rate (beat/min.)	137~140	133~137	130~133	126~130	122~126	118~122	115~118	111~115	109~111
Expectation heart rate (beat/min.)	124	128	133	137	141	144	150	155	159
Capability of climbing	able			possible			difficult		

에 적당한 운동이란 일반적으로 자신의 최대운동능력의 60~80% 범위 내에서 운동을 실시하는 것을 말하며, 등산시에도 가급적 이 범위 내에서 심박수를 유지하는 것이 바람직하다. 다시 말하면 40세의 등산객은 최대심박수(최대운동능력)가 180(220 - 40)이며, 운동시 분당 심박수가 108~144의 범위 내에서 존재하는 강도의 등산을 실시하는 것이 적당하다.

등산시 현장에서 심장박동수를 측정하는 방법은 일반적으로 별침 2와 같이 요골 동맥이나 경동맥을 손끝으로 촉진하는 방법이 많이 사용된다. 측정시 주의할 사항은 측정부위에 지나친 압력을 가하면 안 되고 맥박이 발생하는 시점을 기준으로 10초, 30초 또는 60초간 측정하여 이 값을 1분 동안의 심장박동수로 환산하여 사용한다.

이와 같이 심박수는 현장에서도 손쉽게 측정할 수 있는 운동강도의 지표가 되며, 이를 바탕으로 자신의 체력에 맞는 등산계획을 세우도록 홍보하고 유도하는 것이 필요하다.

조사된 결과를 바탕으로 장수대~백담사에 대하여 등산시 연령별 적정 심박수를 추정한 결과는 Table 5와 같다.

이러한 내용을 바탕으로 별침 2에서 보는 바와 같이 설악산국립공원의 장수대~백담사구간에 대하여 설치 가능한 안내판을 제시하였다. 안내판의 내용은 크게 3가지로 구분할 수 있다. 첫 번째는 건강의 중요성과 건강한 등산을 위한 지침이며, 두 번째는 장수대~백담사구간을 이용가능한 연령대를 Table 5의 내용을 참조하여 나타내었다. 세 번째는 등산시 자신의 운동강도를 직접 평가할 수 있도록 촉진법을 이용한 운동시 심박수의 측정방법을 제시하였다. 이러한 방법의 실효성에 대해서는 후속연구를 통하여 검증이 필요하지만 독일이나 일본에서 적용된 사례

를 살펴보면 국내에서도 활용이 가능할 것으로 사료된다. 국내에서는 이준우(1996)가 등산로의 물리적 특성과 등산시 운동강도의 상관관계가 계룡산국립공원과 오대산국립공원의 9개 주요 등산로를 대상으로 연구된 바 있으나 아직 미흡한 실정이다.

(2) 시설물 시공

급경사지인 등산로는 쉽게 훼손될 가능성을 가지고 있는 지역으로서, 일부 지역에서는 토사의 유실을 막기 위하여 경사도가 급한 곳에 계단식 등산로가 설치되어 있다. 그러나 돌계단길 또는 나무계단길은 흙길과 비교하여 빨리 등산시 최고심박수에 이르고 있으며, 등산을 하는 동안의 심박수가 최고심박수에 근접하는 곳에서 유지된다(이준우, 1996). 이것은 노상재질이 돌계단인 곳과 나무계단길은 Figure 2에서 보는 바와 같이 실제 사면경사가 평균경사보다 크게 나타나서 운동부하에 많은 영향을 미치는 것으로 나타난다.

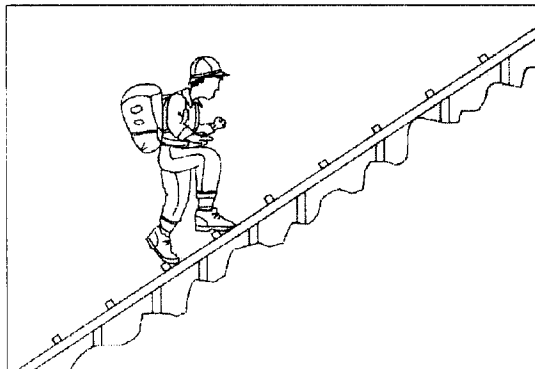


Figure 3. Diagram of wood deck in steep terrain trail

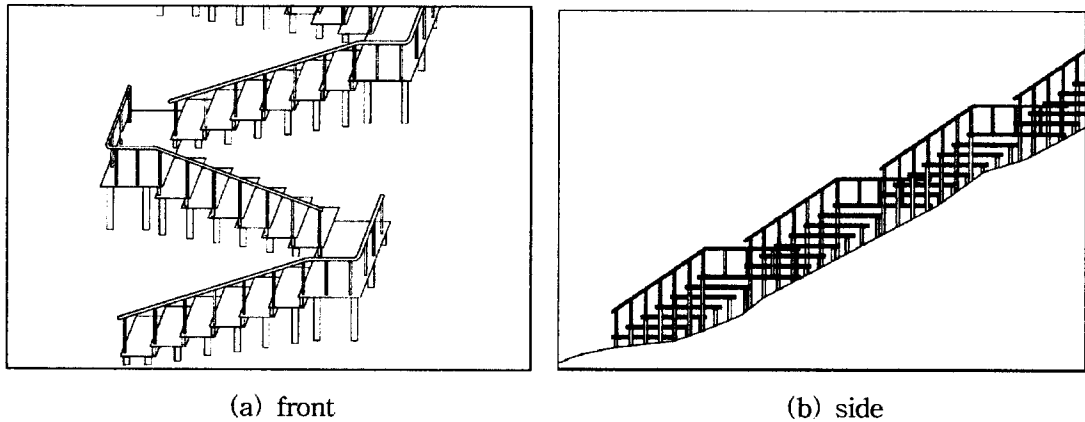


Figure 4. Diagram of zigzag typed wooden stairway in steep terrain trail

이상의 결과를 놓고 볼 때 경사도가 급한 곳에 설치된 계단식 구조의 등산로는 이용객의 심박수에 큰 영향을 주는 것으로 생각되며, 차후 급경사지에서 등산로 이용객의 신체적인 부담을 줄일 수 있는 방안의 모색이 필요할 것으로 판단된다.

예를 들어 Figure 3은 급경사지에서 적용이 가능할 것으로 판단되는 목재 데크(wood deck)의 모식도이다. 목재 데크는 지표면과 닿는 부분을 최소화하여 지피식생을 보호할 수 있으므로 등산로가 심하게 훼손된 구간에서 등산로 및 등산로 주변부의 생태계복원공사와 더불어 시공한다면 더 큰 효과를 거둘 수 있을 것으로 판단된다.

또한 Figure 4에서 보는 바와 같이 계단의 경우도 일반적인 나무계단과 다르게 계단과 계단의 높이차를 좁게 하고 전체 길이를 길게 하여 경사도에 따른 부하를 감소시켜야 할 것으로 판단된다. 따라서 Figure 4에서 보는 바와 같이 기존의 등산로 방향으로 설치하였던 계단의 단 높이를 줄이기 위하여 계단을 지그재그형태로 설치한다면 등산시 운동부하를 감소시킬 수 있을 것이다. 이 경우에는 나무계단의 설치에 필요한 면적이 많이 소요되는 단점이 발생하지만 이미 대면적의 훼손이 발생한 지역에 설치한다면, 나머지 빈 공간에 식생을 도입할 수 있을 것으로 판단된다.

인용문헌

김완태, 남기용(1971) 등산운동의 생리학적 분석, 대한생리학회지 5(2): 111-123.

남기용, 김기환, 안형채, 정관옥, 김우겸, 이상돈(1968) 나이를 먹으면 최대 심장박동수가 준다, 스포츠과학연구보고서 5: 1-37.

박석희(1990) 신관광자원론, 명보문화사, 서울, 354쪽.

박호철, 김영준(1985) 보행 및 주행의 속도적 강도적 조건에 관한 연구, 스포츠과학연구보고서 22(2): 3-12.

서울대학교 운동생리학실험실(1989) 운동 및 처방, 보경문화사, 서울, 336쪽.

송형섭(1997) 삼림휴양학, 충남대학교 산림자원학과, 99쪽.

신재만(1990) 삼림욕, 강원대학교 출판부, 춘천, 306쪽.

양명희(1982) Open Space 이용 활성화 방안으로서 탐방로 계획에 관한 연구, 서울대학교 대학원 석사학위논문, 135쪽.

윤주철(1983) 산악형 자연공원내 행락로 계획모형에 관한 연구 -설악산국립공원을 사례로-, 서울대학교 대학원 석사학위논문, 205쪽.

이강평(1989) 1km 걷기와 달리기의 속도별 에너지 소비에 관한 연구, 한양대학교 체육과학연구소 체육과학 9: 75-82.

이경재(1976) 운동처방의 지표로서의 심박수에 관한 연구(1), 강원대학교 체력연구소 논문집 1: 27-32.

이근희(1994) 인간공학, 상조사, 서울, 392쪽.

이준우(1995) 등산로의 물리적 조건이 심장박동수에 미치는 영향, 환경생태학회지 9(1): 49-55.

정성태, 전태원(1994) 운동생리학 실험, 태근문화사, 서울, 198쪽.

- 高梨武彦(1987) 快適な遊歩道の設計指針案. 林業技術 539: 42-45.
- 木村みさか(1990) 運動と營養のバランス. 體育の科學 40: 328-332.
- 山地啓司(1981) Science of heart rate. 大修館書店, 東京, 306pp.
- 勝田 茂(1972) 新體育學講座 (第60卷) 登山生理學. 逍遙書院, 東京, 181pp.
- 植田理彦(1984) 森林浴と自然療養について. フレグラ
ンス ジャーナル 65: 18-21.
- 岩崎輝雄(1986) 森林の健康學. 日本林業技術協會, 東京, 203pp.
- Boeltz, K.(1987) Die Herzschlagfrequenz als forergometrishe Beanspruchungs -indikator. Forstrchiv 58: 220-211.
- Karvonen, J. and T. Vuorimaa.(1988) Heart rate and exercise intensity during sports activities. Sports Medicine 5: 303-312.

별첨 1. 건강도 자기판정표

가	1. 기침이 잘 난다. 2. 환절기에 감기에 잘 걸린다. 3. 가래가 잘 나온다. 4. 미열이 난다.	바	22. 기력 및 끈기가 없고 쉽게 싫증난다. 23. 건망증이 많아졌다. 24. 잠들기가 어렵고 깊은 잠에 들지 못한다.
나	5. 얼굴이 붉는다. 6. 피부에 가려움 및 발진이 생긴다. 7. 심한 두통 때문에 고민한다. 8. 몸이 갑자기 뜨거워지거나 차가워진다. 9. 현기증이 잘 난다.	사	25. 부모 형제에 고혈압, 심장병, 뇌졸중인 사람이 있다. 26. 부모 형제에 당뇨병인 사람이 있다. 27. 비만하다. ◆ 기준 (신장-100)×0.9=표준체중 $\frac{\text{현재의 체중}-\text{표준체중}}{\text{표준체중}} \times 100$ = 비만도% (20% 이상은 비만)
다	10. 위장의 상태가 나쁘다. 11. 식사후 또는 공복시에 위장이 아프다. 12. 변비와 설사가 번갈아 있다. 13. 때때로 변에 점액 및 피가 섞인다.	아	28. 가슴 및 심장부에 통증이 있다. 29. 가슴이 두근거리 괴로울 때가 있다. 30. 때때로 맥박이 이상해질 때가 있다. 31. 앓아 있어도 숨이 찰 때가 있다.
라	14. 눈앞이 캄캄해질 때가 있다. 15. 눈앞이 침침하다. 16. 언젠가 귀가 울린다.	자	32. 관절이 아파서 부을 때가 있다. 33. 어깨 및 목줄기가 빠르다. 34. 허리가 아프다.
마	17. 매일밤 소변 때문에 일어난다. 18. 소변에 피가 섞일 때가 있다. 19. 소변을 보기 어려울 때가 있다. 20. 월경기 이외의 때에 출혈이 있다. 21. 월경시 자주 자리에 눕곤 한다.	차	35. 담배를 매일 20개비 이상 핀다. 36. 알콜음료를 매일 마신다. 37. 단것이 특히 좋다. 38. 단맛을 좋아한다. 39. 기름기 있는 것을 좋아한다.
건강도의 자기판정	<ul style="list-style-type: none"> ●가~차에서 ○표가 10개 이하의 사람 → 건강상태는 양호하다고 생각합니다. ●가~차에서 ○표가 11~19개 까지의 사람 → 중간 정도의 건강상태입니다. ●가~차에서 ○표가 20개 이상의 사람 → 중간 이하의 건강상태입니다. ●가~자 중에서 ○표가 3개 이상인 사람 → 중간 이하의 건강상태입니다. 		

별첨 2. 이용자 관리를 위한 홍보용 게시물(안)

- 적절한 운동으로 건강을 지킵시다! -

장수대-백담사구간을 등산하려는 탐방객 여러분께...

■ 무리한 운동은 신체의 발육이 모두 끝난 25세 이후의 사람에게겐 오히려 건강을 해치는 역효과를 낼 수 있습니다. 그러므로 등산로의 특성과 자신의 체력에 관한 정확한 지식을 가지고 등산을 하는 것이 매우 중요합니다.

■ 심장박동수를 이용하여 연령별 적정 운동량을 평가하는 방법은 다음과 같습니다.

1. 최대심장박동수는 사람이 할 수 있는 최대운동능력의 지표로서 일반적으로 220에서 자신의 연령을 뺀 숫자로 추정합니다.

예) 40세의 최대심장박동수 = $220 - 40 = 180$ 회/분

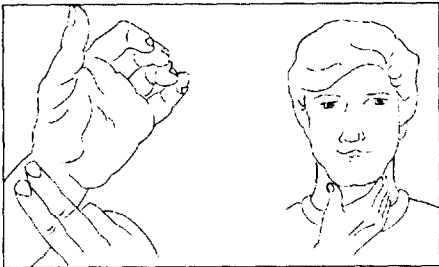
2. 일반적으로 심장혈관계 질환을 가지지 않은 경우에 적당한 운동이란 자신의 최대운동능력(최대심장박동수)의 70% 정도(60~80%범위)에서 운동을 실시하는 것을 말합니다.

예) 40세의 적정 운동강도 = $180 \times 0.7 (180 \times 0.6 \sim 180 \times 0.8) = 126 (108 \sim 144)$ 회/분

3. 장수대~백담사구간에서 연령별 등산의 난이도는 아래의 표와 같습니다.

연령	21~25세	26~30세	31~35세	36~40세	41~45세	46~50세	51~55세	56~60세	61~65세
적정운동강도 (회/분)	137~140	133~137	130~133	126~130	122~126	118~122	115~118	111~115	109~111
등산시 예상 운동강도(회/분)	124	128	133	137	141	144	150	155	159
등산 난이도	쉬움	쉬움	쉬움	보통	보통	어려움	어려움	어려움	어려움

■ 위의 표의 값은 일반적인 연령별 등산 적합성이며, 평상시 운동량에 따라 연령별 등산 적합성은 조금씩 틀려집니다. 등산시 현장에서 심장박동수를 측정하여 자신의 체력을 평가할 수 있습니다. 측정하는 방법은 일반적으로 그림과 같이 손으로 측정하는 방법이 많이 사용됩니다.



등산시 측정한 심장박동수를 위의 표와 비교해 보십시오. 여러분의 체력 나이는 몇 살인지 아실 수 있을 겁니다.



국립공원관리공단