

트레드밀 운동부하로 인한 양도락 특성의 연속적인 변화

배장한¹, 오유진¹, 김재욱^{1*}

¹한국한의학회연구원 한의기반연구부

A Feasibility Study about Change of *Ryodoraku* Characteristics Caused by Treadmill Exercise Test

Jang-Han Bae¹, Yu Jin Oh¹, Jaek U. Kim^{1*}

¹KM Fundamental Research Division, Korea Institute of Oriental Medicine

Objectives: To interpret the meanings of *Ryodoraku* data and to use it as diagnosis tool, study on relationship between *Ryodoraku* and autonomic nervous reaction (ANR) has to be preceded prior to disease studies. This study aims to observe the change of *Ryodoraku* characteristics with ANR caused by treadmill exercise via a feasibility study.

Methods: The electric current at 24 *Ryodoraku* points(H1~H6 at left/right wrists and F1~F6 at left/right feet) and vital signs were measured at rest, immediately after the treadmill exercise test, and at later recovery times(10min, 20min, 30min, 60min, 120min after the exercise test). The calculated *Ryodoraku* scores (RSs) were analyzed using repeated ANOVA test.

Results: The RSs in the wrist *Ryodoraku* points were significantly increased immediately after the exercise ($p<.05$) and at 10min recovery time ($p<.01$), and no significant differences were found during the rest of the experimental sets. To the contrary, the RSs in the feet *Ryodoraku* points showed less difference throughout all the measurement time.

Conclusions: The *Ryodoraku* characteristics change more sensitively in the wrists than in the feet in accordance with the previously reported sweat gland responses of the treadmill exercise. This is the first feasibility study to observe the change of *Ryodoraku* characteristics caused by treadmill exercise, and it shows the *Ryodoraku* characteristics are in accordance with known ANS responses.

Key Words : *Ryodoraku*, Treadmill exercise test, Autonomic nervous reaction

서론

1950년대 Nakatani에 의해 제안된 양도락은 피부에서 통전 저항이 낮아 전기가 잘 흐르는 노선을 말하며, 이를 대표하는 12 양도점을 측정해 검사한다. 각 양도점을 연결하면 경락 유주 결과와 유사한 가상의 선을 설정할 수 있기 때문에 경락적 해석을 하기도 하지만 양도락 개념이 발표되었을 당시의 학술

적 배경과 기전은 체표 자율신경반응의 지표로서 설명되었다¹⁾. 인체에 직류 12 V를 가했을 때 나타나는 저저항점인 반응양도점에서는 피부의 통전저항 크기에 반비례하는 전류량을 측정할 수 있다. 이 수치를 이용해 피부 통전성을 알 수 있으며 통전 전류량은 교감신경 지배하에 있는 한선 활동의 영향을 받는 것으로 알려져 있어 자율신경과 관련된 해석이 가능하다^{2,3)}. 교감신경이 흥분하게 되면 한선의 기능

• Received : 29 May 2017 • Revised : 22 August 2017 • Accepted : 12 September 2017

• Correspondence to : 김재욱(Jaek U. Kim)

대전광역시 유성구 유성대로 1672 한국한의학회연구원 한의기반연구부

Tel : +82-42-868-9558, Fax : +82-42-868-9480, E-mail : jaekkim@kiom.re.kr

으로 인해 표피각질층의 수분함량이 많아지게 되고 피부 저항이 감소하면서 전기가 잘 흐르게 되므로 양도락기를 이용해 체표 교감신경 활성정도를 평가할 수 있는 것이다^{4,5)}.

양도락은 측정이 비교적 간편하고 전류량이 수치로 제시되기 때문에 데이터 해석과 임상적 활용에 용이한 면이 있다. 양도락 데이터를 해석하는 방법 중 가장 기본적인 것이 양도점들의 평균 전류값의 크기로 체력의 성쇠를 판단하는 방법이다³⁾. 평균 전류값은 계절, 성별, 연령, 식사 여부 등에 따라 변화하기도 하지만 환경에 관계없이 건강하다고 할 수 있는 양도락 평균 전류값의 최저 허용범위는 $40\mu A$ 로 통용되어 있다^{6,7)}. 보통 $40\sim 60\mu A$ 사이를 일반적인 평균 전류값으로 보고 $40\mu A$ 이하의 값은 대사기능 저하, 병에 대한 저항력 저하, 건강도 저하 등을 의미하며 $80\mu A$ 이상은 교감신경의 흥분, 과민성 반응 등을 의미 한다⁸⁾. 양도락 데이터를 해석하는 또 다른 방법은 기준이 되는 생리적 범위를 정하고 이 경계를 벗어나 향진되어 있거나 저하되어 있는 경우 병리적 상태로 판단하는 방법이 있다. 이외에 손과 발 혹은 좌우의 양도점으로 나누어 해석하는 방법, 개별 양도점을 장부와 연결시켜 경락학적으로 해석하는 방법들이 주로 사용되고 있다^{4,9)}.

이러한 양도락 해석방법을 기반으로 하여 특히 2000년대부터는 호흡기계 질환, 요통, 갱년기 증후군, 특발성 파킨슨병, 음양한열 변증 등에 대한 많은 임상연구가 이루어져 왔다¹⁰⁻¹⁴⁾. 또한 비위질환, 심장 및 뇌혈관질환, 사상체질과 양도락 수치간의 상관성에 대한 연구들도 진행된 바 있다¹⁵⁻¹⁷⁾. 하지만 이렇게 다양한 연구가 진행되어 왔음에도 불구하고 아직까지 양도락 데이터에 의미를 부여하고 해석해 실제 진단에 활용하기에는 어려운 점들이 있다¹⁸⁾. 양도점의 실체가 불명확하고, 양도락을 활용하는 방법론이 전통 침구경락이론과 완전히 일치한다고 할 수 없는 이론적 한계가 있으며³⁾, 특히 지금까지의 임상연구에서는 질환에 따른 특이성이 잘 나타나지 않는 문제가 있었다¹⁹⁾. 따라서 양도락을 이용한 진단이나 해석의 모호함이 동반되는 주제의 연구보다는 양도

락과 자율신경과의 관계에 대한 심도 있는 연구가 먼저 선행되어야 할 필요가 있다. 외부요인에 의한 자극은 생리적, 병리적인 인체 변화를 유발하는데 이는 자율신경 시스템에 반영되고 이를 체표의 양도점에서 관찰할 수 있기 때문이다¹⁾.

자율신경을 활성화시키기 위한 대표적인 방법 중 하나가 인체에 운동부하를 가하는 것인데 가장 많이 쓰이는 방법이 트레드밀을 이용한 운동부하 방법이다. 트레드밀 운동을 하면 인체의 생리지표가 변화하는데 심박수 및 활성산소 증가, 젖산 축적, 신경전달물질인 노르에피네프린의 감소현상 등이 발생하며 특히 자율신경계 활동에 유의한 변화가 있는 것으로 알려져 있다²⁰⁻²⁴⁾. 따라서 트레드밀 운동부하 검사로 체내 자율신경을 활성화시키고 이때의 양도점 전류 변화를 측정하면 양도락이 자율신경 활성화에 얼마나 민감하게 반응하는지 분석할 수 있다. 지금까지 운동부하 전후의 양도락 특성 변화에 대한 연구는 이루어지지 않았기 때문에 운동부하로 유발된 자율신경활성화와 양도락 특성을 관찰하는 일은 의미 있는 연구가 될 것이다. 본 연구에서는 트레드밀 운동부하 검사로 인한 양도락 특성의 연속적인 변화를 자율신경 반응의 관점에서 분석 및 해석하였다. 비록 파일럿 연구이기는 하나, 트레드밀 운동부하 검사가 양도락 특성에 영향을 준다는 사실을 명확하게 확인한 바, 향후의 심화연구에 도움이 되는 기초자료로 활용하기 위해 논문으로 공개보고를 하고자 한다.

연구방법

1. 연구대상 및 실험 절차

본 연구를 위해 트레드밀 운동 부하를 하는데 무리가 없는 건강한 20~30대의 남녀 피험자 8명(남자 5명, 여자 3명)이 실험에 참여하였다. 자율신경계에 영향을 미칠 수 있는 약물을 복용하고 있거나 피부 질환 및 심혈관 질환이 있는 피험자는 실험에서 제외했다. 피험자는 사전에 실험 목적과 절차, 실험시간 준수 및 유의사항에 대한 설명을 충분히 들었으

며 모두 자발적인 동의에 의해 실험에 참여하였다. 측정은 한국한의학연구원 항온항습실에서 일괄적으로 오후 1시 30분부터 진행하였다. 외부온도가 피부 각질층의 수분함량에 영향을 미칠 수 있기 때문에 측정실의 온도는 20°C로 일정하게 유지하였다²⁵⁾. 또한 실험 중의 수분섭취는 양도락 값에 영향을 미칠 수 있기 때문에 실험 시작 30분전부터 실험이 끝날 때까지 수분섭취를 금지하였다. 피험자는 먼저 충분한 휴식을 취하고 안정된 상태에서 양도락 및 생체 활력징후(수축기 혈압, 이완기 혈압, 심박수)를 측정하였다. 그 후 트레드밀 운동부하 검사를 실시하고 검사가 끝난 직후, 10분, 20분, 30분, 60분, 120분 후의 양도락 및 생체활력징후를 측정하였다. 시간별로 전체 7set의 측정을 하였는데, 각 측정 set 내에서는 시간차를 두지 않고 3회 연속 반복 측정해 전체 21회의 측정을 진행하였다(Fig.1).

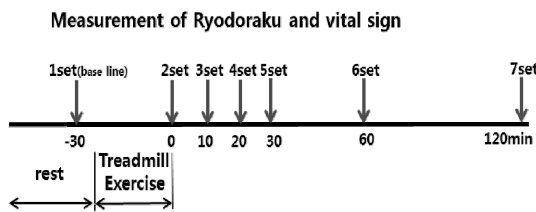


Fig. 1. Experimental procedure

2. 양도락 측정

양도점의 전류를 측정하기 위해 식약처에 피부 저항측정기로 등록되어 있는 Rebon Skin Check (Uracle, Korea)를 사용하였는데, 이 기기는 인체에 위험이 없고 무해한 기기로 반복성 및 재현성이 있다고 알려져 있으며 다양한 연구에 활용되어왔다^{16,26,27)}. 측정 전 Probe와 Grip을 맞대어 기기의 전기 저항을 교정하는 캘리브레이션을 3회 반복한 후 실제 측정을 시작하였다. 피험자는 몸에 부착된 금속 물질을 제거하였고, 검사자는 양도락 측정경험이 많은 한 명으로 지정하였으며 피험자와의 절연을 위해 면장갑을 착용하였다. 검사자는 측정도자를 직각으로 하고 압력을 일정하게 하여 양도점의 전류값을

측정하였는데, 이 때 땀의 영향을 최소화하고 수화 정도를 일정하게 유지하기 위해 측정도자에 물을 묻히고 측정하였다. 12개의 경맥을 지나는 좌우 총 24 부위의 양도점을 왼손, 오른손, 왼발, 오른발의 순서로 측정 하였으며 측정된 양도점의 명칭은 Table 1과 같다. 6개의 수경 중 태연(H1), 대릉(H2), 신문(H3)은 수삼음경에 속하고, 양곡(H4), 양지(H5), 양계(H6)는 수삼양경에 속한다. 또한 6개의 족경 중 태백(F1), 태충(F2), 태계(F3)는 족삼음경에 속하고, 속골(F4), 구허(F5), 충양(F6)은 족삼양경에 속한다. 이 때 측정점의 불일치 오류를 방지하기 위해 양도점의 위치를 펜으로 표시해 같은 위치에서의 반복측정이 이루어질 수 있도록 하였다. 각 set에서의 양도락 측정 후 Medel wrist daily (medelgroup, Italy)를 사용해 생체활력징후를 측정하였다.

Table 1. Measurement Points of Ryodoraku

Ryodoraku points	12 meridians vessels	Abbreviation
Taeyeon	Lung meridian	H1
Daereung	Pericardium meridian	H2
Shinmun	Heart meridian	H3
Yanggok	Small meridian	H4
Yangji	Triple Energizer meridian	H5
Yanggye	Large Intestine meridian	H6
Taebaek	Spleen meridian	F1
Taechung	Liver meridian	F2
Taegye	Kidney meridian	F3
Sokgol	Bladder meridian	F4
Guheo	Gall bladder meridian	F5
Chungyang	Stomach meridian	F6

3. 트레드밀 운동부하 검사

본 연구를 위해 Bruce 프로토콜을 적용하여 트레드밀 운동부하 검사를 실시하였다. Bruce 프로토콜은 10% 경사도에서 2.7 km/h 속도로 걷는 1단계부터 시작해 경사도와 속도를 점차 증가시켜 22% 경사도에서 9.6 km/h 속도로 뛰는 7단계까지로 구성되어 있으며 각 단계의 지속시간은 3분이다²⁸⁾. Bruce 프로토콜은 다른 운동부하 프로토콜보다 상대적으로 부하 정도가 높으나, 정상인을 대상으로

하는 프로토콜이고 검사시간이 짧아 가장 빈번하게 사용되고 있다²⁹⁾. 운동부하 전 피험자들은 충분한 준비 운동을 하였고, 트레드밀 운동 도중의 심박수가 미리 예측한 최대 심박수 (220-나이)의 90%에 도달하는 경우 또는 피험자가 지쳐서 자진하여 운동을 끝내고자 할 때에는 운동을 중단하도록 하였다. 7단계 이상 운동을 계속할 수 있을 때에는 프로토콜을 끝까지 유지하였다³⁰⁾.

4. 분석 방법

측정된 양도점 전류값에 대한 통계분석을 위해 IBM SPSS statistics 20을 사용하였다. 먼저 측정된 전류값에 대한 반복성 분석을 위해 3회 연속 반복 측정한 각 set의 손과 발에서의 전류 평균과 표준편차를 구하고 피험자별 변동계수(Coefficient of variation, CV)를 산출하였다. 이 때 피험자별로 그리고 측정 set 별로 반복성이 다를 수 있기 때문에 이에 해당하는 각각의 변동계수를 모두 계산하였다. 그리고 각 피험자에서의 측정 반복성을 대표할 수 있는 평균 변동계수를 계산하고, 8명 피험자의 전체 변동계수도 계산하였다.

그 후 좌우 24부위의 모든 양도락 값(Ryodoraku value, RV)의 시간에 대한 변화양상을 살펴보았다. 또한 양도점 전체의 평균 전류값인 양도락 점수(Ryodoraku score, RS)와 손과 발에서의 양도락 점수도 따로 계산하였다. 이는 기존 연구에서 많이 사용한 양도점 전체의 평균 전류값과 손과 발의 부분 평균 전류값을 계산해 양도락을 해석하는 방법으로, 전체적인 체력의 성쇠 또는 자율신경의 반응 정도를 부위별로 유추해보고자 함이다^{3,4,9)}. 또한 시간에 따른 양도락 전류값이 유의한 변화양상을 보이는지 확인하기 위해 먼저 Shapiro-Wilks 방법을 이용해 정규성 검정을 한 후 repeated measure ANOVA test를 실시했다³¹⁾. 이때 운동부하 검사 전 측정된 1st set 데이터를 안정적인 상태일 때의 기준 데이터로 간주한 후 운동부하 검사 후의 데이터들과 비교하였다. Mean difference 분석에 사용된 신뢰구간보정(confidence interval adjustment)은 Bonferroni method를 사용하였고 통계적 유의수준은 5%와 1% 두 가지로 하였다.

Table 2. Coefficient of Variation (CV) with the Seven Sequential Experimental Sets according to Subjects

Parameter	Subject	1 st set CV(%)	2 nd set CV(%)	3 rd set CV(%)	4 th set CV(%)	5 th set CV(%)	6 th set CV(%)	7 th set CV(%)	Average CV(%)	Total CV(%)
RS in the wrists	Sub.1	17.8	1.8	18.9	6.8	2.9	4.4	7.9	8.6	8.3
	Sub.2	12.3	7.4	12.8	9.5	5.6	15.4	13.1	10.9	
	Sub.3	4.7	14.3	8.7	20.9	18.7	1.7	6.4	10.8	
	Sub.4	4.5	1.9	4.0	1.4	2.4	13.2	7.6	5.0	
	Sub.5	12.2	5.1	2.8	5.9	5.9	13.3	6.4	7.4	
	Sub.6	3.3	13.6	4.3	8.7	4.7	8.9	13.1	8.1	
	Sub.7	14.6	15.2	4.5	8.6	12.4	10.1	5.7	10.2	
	Sub.8	10.8	1.2	5.7	3.2	3.1	3.5	13.2	5.8	
RS in the feet	Sub.1	17.8	2.4	11.9	5.4	5.1	14.8	10.6	9.7	7.5
	Sub.2	13.7	9.3	9.3	7.3	18.3	14.4	7.3	11.4	
	Sub.3	6.8	5.5	3.0	13.5	9.2	8.9	8.7	7.9	
	Sub.4	6.4	7.9	1.7	3.9	1.4	12.0	11.8	6.4	
	Sub.5	12.2	4.3	2.0	2.5	2.9	12.4	7.7	6.3	
	Sub.6	5.5	1.8	1.8	2.8	5.0	8.1	17.7	6.1	
	Sub.7	10.1	13.2	2.9	9.1	5.4	14.0	4.4	8.5	
	Sub.8	1.7	2.2	4.0	2.1	7.8	5.5	4.0	3.9	

결 과

트레드밀 운동부하 검사 전후 7set에서 손과 발 양도락 점수의 변동계수를 Table 2에 피험자별로 나타내었다. 각 피험자 내에서의 평균 변동계수를 계

산하고 8명 피험자의 전체 변동계수를 살펴 본 결과, 피험자별로 차이는 있었지만 손에서 8.3%, 발에서 7.5%, 전체 7.9%로 나타났다. Table 3에는 각 set 별로 12 양도점 진류값 모두를 나타냈고 수축기 혈압과 이완기 혈압, 심박수의 평균 및 표준편차를 계

Table 3. Ryodoraku Value and Vital Sign with the Seven Sequential Experimental Sets (Mean±SD)

Sequence Parameters	1 st set	2 nd set	3 rd set	4 th set	5 th set	6 th set	7 th set
H1(μA)	55.2±8.5	82.7±7.6	72.7±10.2	67.1±10.7	72.1±8.5	49.2±6.3	47.5±6.7
H2(μA)	44.4±10.0	66.8±9.0	53.3±11.0	48.7±10.1	51.8±11.3	36.2±7.3	36.0±7.9
H3(μA)	38.0±8.6	64.7±10.6	54.2±11.3	52.8±10.0	50.9±11.1	37.8±9.4	35.1±11.4
H4(μA)	42.4±9.9	85.5±7.7	74.8±10.9	65.2±8.9	60.4±8.4	48.4±13.5	43.8±17.1
H5(μA)	57.5±11.1	96.4±9.3	90.0±7.7	81.6±9.7	79.5±11.3	61.1±11.2	62.3±12.5
H6(μA)	55.7±11.8	94.0±10.1	85.1±9.7	75.1±12.3	72.9±10.0	52.9±13.7	53.4±15.4
F1(μA)	52.6±9.2	56.2±9.9	56.2±10.3	57.5±8.6	58.9±9.6	48.6±9.5	48.5±7.2
F2(μA)	63.0±14.2	77.9±12.8	74.5±7.6	70.3±10.7	72.1±13.4	54.0±13.2	49.0±10.2
F3(μA)	64.6±13.6	81.1±13.3	82.8±10.7	82.0±12.5	85.8±12.6	68.3±14.0	66.2±17.6
F4(μA)	43.4±8.8	44.5±8.9	43.4±7.5	46.3±6.0	49.6±7.5	41.2±7.7	40.2±8.6
F5(μA)	48.5±12.2	65.1±12.6	66.1±12.0	62.1±11.0	61.3±8.5	47.4±13.0	45.5±11.8
F6(μA)	59.0±14.3	71.3±11.3	68.8±11.2	69.5±11.0	63.0±9.9	50.3±11.6	52.2±13.9
Systolic pressure (mmHg)	122.2±17.7	125.6±16.8	125.5±15.1	122.5±14.5	118.6±12.8	122.8±13.3	125.5±14.1
Diastolic pressure (mmHg)	79.0±16.5	78.5±18.2	79.3±12.7	78.2±15.7	77.8±18.1	81.8±15.7	82.5±13.4
Pulse rate (beats/min)	78.8±12.2	107.0±11.9	101.7±12.0	97.0±8.8	92.3±15.4	92.8±14.5	80.6±13.2

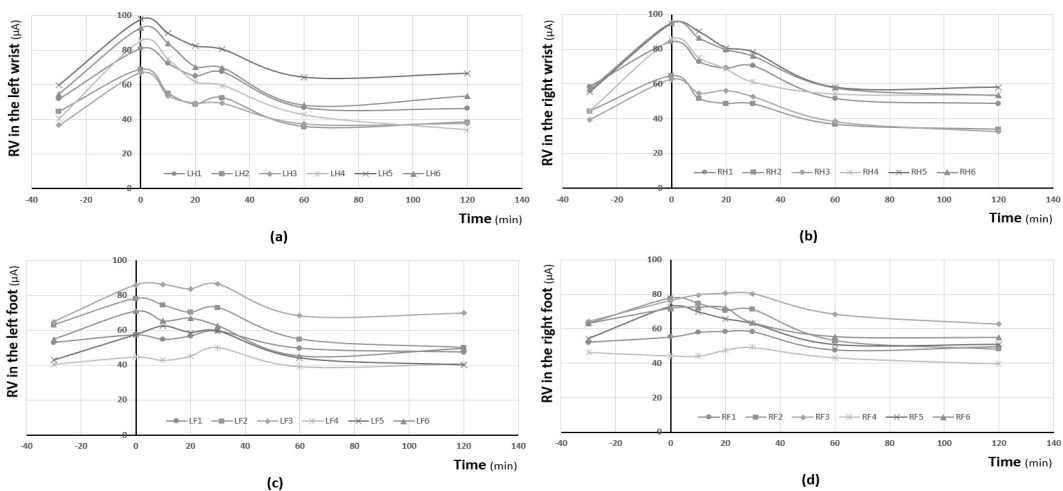


Fig. 2. Change of Ryodoraku values(RV) with the experimental procedure; (a) RV in the left wrist, (b) RV in the right wrist, (c) RV in the left foot and (d) RV in the right foot.

산하였다. 이후 통계분석 방향을 정하기 위해, 측정 한 24부위 모든 양도락 값의 시간에 대한 변화양상을 비교해 보았다. 이를 왼손, 오른손, 왼발, 오른발 (각각 Fig. 2(a), (b), (c), (d))로 나누어 Fig. 2에 나타내었다. 그 후 24부위 양도점 전체의 분석과 시간에 따라 유사한 변화양상을 보이는 손과 발 각각의 양도점들을 범주화한 분석을 실시하였다. Fig. 3에는 전체 양도락 점수와 손과 발 각각의 양도락 점수의 시간에 따른 변화양상을 나타내었다. 양도락 점수들의 분포가 정규성을 만족하는 것을 확인한 후, 트레드밀 운동부하 검사 전후 7set 사이에서 양도락 점수들이 통계적인 차이를 보이는지 알아보기 위해 repeated measure ANOVA test를 실시하였다. Mauchly의 구형성 검정 결과 구형성을 만족하는 것으로 나타났으며($p=.19$) 개체 내 효과검정 결과 반복 측정 시점에 따라 7set의 양도락 점수에는 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다($p<.01$). 운동부하 후의 양도락 점수들을 운동부하 전 양도락 점수를 기준으로 mean difference 분석한 결과는 Fig. 4(a)와 같으며 손과 발에서의 양도락 점수를 운동부하 전을 기준으로 각 set별로 mean difference 분석한 결과는 Fig. 4(b)와 Fig. 4(c)에 나타내었다.

고 찰

본 연구는 기존에 제안되었던 양도락기의 반복성과 재현성을 향상시키기 위한 측정방법 및 주의사항을 따랐으며³²⁾, 그 결과 본 실험에서의 양도락 점수 전체 변동계수가 7.9%로 나타났다. 일반적으로 생체신호의 측정 값이 10%이하의 변동계수를 보이면 측정의 반복성이 좋다고 알려져 있기 때문에³³⁾ 이는 양도락기로 측정된 양도락 전류값의 반복성을 확인한 결과이며, 이를 바탕으로 트레드밀 운동부하 검사로 인한 양도락 특성의 연속적인 변화를 신뢰성 있게 분석 할 수 있었다.

트레드밀 운동을 한 직후에는 다양한 생체변화가 관찰되는데 체내의 활성산소가 증가하고 산소소비량이 증가함과 동시에 산소공급이 부족해지므로 체

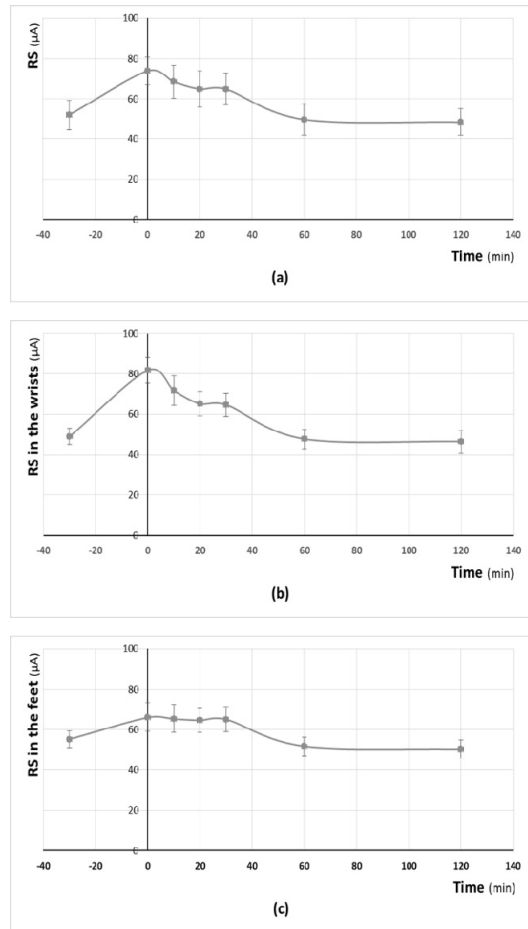


Fig. 3. Change of Ryodoraku scores(RS) with the experimental procedure; (a) RS, (b) RS in the wrists Ryodoraku points, and (c) RS in the feet Ryodoraku points.

내에 젖산이 축적 된다²²⁾. 이 때 산소섭취량과 심박수는 높은 강도에서 운동이 진행될수록 증가 한다²⁴⁾. 또한 자율신경 활성화 정도를 파악할 수 있는 HRV(heart rate variability) 파라미터들의 변화를 분석한 연구에서는 운동 전후 자율신경계 활동에 유의한 차이가 있었으며 특히 운동 직후 교감신경이 활성화되는 것으로 나타났다^{20,21)}. 본 연구에서는 자율신경 반응 관점에서 양도락의 특성 변화를 관찰하기 위해 트레드밀 운동부하 검사 전과 검사 후 2시간까지의 연속적인 양도락 변화양상을 분석하였는데, 8

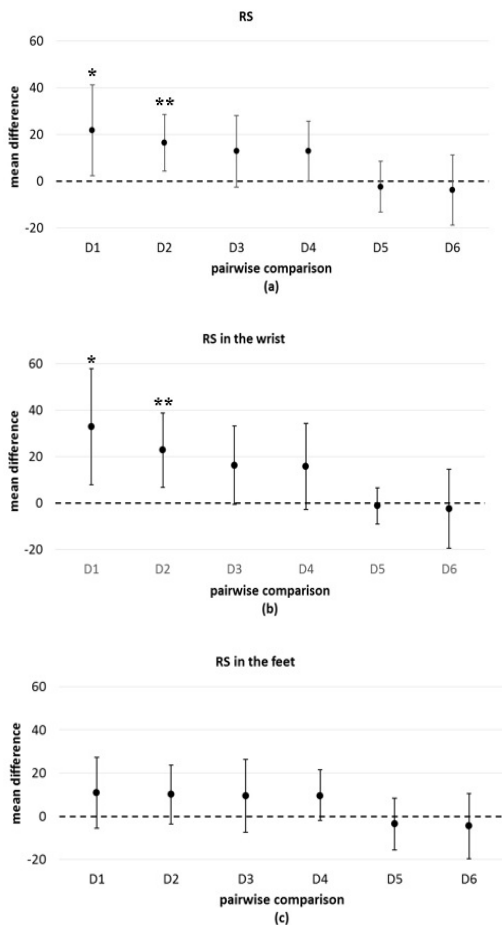


Fig. 4. Mean differences and 95% confidence interval of the difference; (a) RS, (b) RS in the wrists *Ryodoraku* points, and (c) RS in the feet *Ryodoraku* points with a Bonferroni correction; Differences from base line (D1: 2set-1set, D2: 3set-1set, D3: 4set-1set, D4: 5set-1set, D5: 6set-1set, D6: 7set-1set) were calculated; The mean difference is significant at the .05(*) and .01(**) level

명의 피험자 모두 운동부하 직후 심박수가 급격히 증가하고 시간이 흐르면서 서서히 감소한 것으로 나타났다. 특히 운동부하 직후부터 30분 후까지의 심박수가 운동부하 전의 심박수와 비교해서 모두 유의하게 증가하였다($p < .01$). 또한 운동부하 직후부터 10분 후까지의 수축기 혈압도 증가하는 경향임을 확인하였다. 이를 통해 트레드밀 운동이 자율신경

활성화를 위한 효과적인 부하로 작용했음을 간접적으로 확인할 수 있었다.

다음으로 운동부하 전후 7set 동안 24부위 각각의 양도락 값 변화양상을 살펴본 결과 좌, 우 양도점 사이에 시간에 따른 양도락 값 패턴에는 차이가 없었다. 또한 손에 위치한 양도점들 간의 시간에 따른 전류값 변화양상이 유사하였고, 발에 위치한 양도점들 간의 전류값 변화양상도 유사하게 나타났다. 즉, 손과 발 각각의 6부위 양도점들 사이에는 특이할 만한 차이점이 발견되지 않았고 단지 시간대별로만 전류값이 증가하거나 감소하는 변화가 관찰되었다. 이에 따라 본 연구에서는 좌우 6부위 손의 양도락 값을 평균한 손의 양도락 점수와 6부위 발의 양도락 값을 평균한 발의 양도락 점수 변화양상을 기준으로 자율신경 반응정도를 유추해보았다. 이는 기존의 여러 연구들에서 양도점 전체의 평균 전류값과 손, 발, 좌, 우 등의 부분 평균 전류값을 계산해 양도락을 해석하는 방법과 동일한 방식이다^{3,4,9}. 전체 양도락 점수와 손과 발 각각의 양도락 점수 변화양상을 살펴본 결과, 모든 점수들이 운동 직후 증가하고 시간이 지남에 따라 다시 감소하는 경향을 보였다. 측정 비교의 기준이 되는 운동 전에 측정된 양도락 값에서 피험자별로 편차가 보였지만 이는 개인별 몸 상태에 따른 자연스러운 결과였으며, 본 연구에서는 통계적인 검정방법을 사용해 운동 전후 시간에 따라 양도락 값이 일정한 양상으로 변화하는지에 초점을 맞추어 분석을 진행했다.

7set의 양도락 점수들 사이에 통계적으로 유의한 차이가 있는지 운동부하 전의 전체 양도락 점수를 기준으로 통계 분석한 결과 운동부하 직후($p < .05$)와 10분 후($p < .01$)의 양도락 점수가 유의하게 증가하는 것으로 나타났다. 이는 트레드밀 운동으로 야기된 자율신경의 변화가 양도락 변화에 반영되었음을 나타낸다. 그리고 운동 후 약 20분 정도부터의 양도락 점수는 운동부하 전의 양도락 점수와 유의한 차이가 나타나지 않은 것으로 보아, 시간이 흐르면서 자율신경 활성화 정도가 다시 안정 상태로 돌아온 것으로 사료된다. 하지만 손과 발 각각의 양도락 점수

변화를 따로 분석했을 때에는 그 변화양상이 조금 다르게 나타났다. 손의 경우 운동부하 직후의 양도락 점수가 운동부하 전에 비해 큰 폭으로 증가했으나(평균 $32.8 \mu A$), 발의 경우에는 그보다 적은 증가폭을 보였다(평균 $10.8 \mu A$). 또한 손의 경우 운동부하 직후($p < .05$)와 10분 후($p < .01$)의 양도락 점수가 운동부하 전에 비해 통계적으로 유의한 증가를 보였지만, 발의 경우는 운동부하 직후에도 유의한 차이는 나타나지 않았다. 즉, 운동부하 후 전체 양도락 점수가 증가하는 주된 요인은 손에서의 양도락 반응 때문이며 발에서의 양도락 반응은 큰 영향을 미치지 못하는 것으로 나타났다. 발보다는 특히 손의 양도점이 운동부하로 인한 자율신경 변화에 더 민감하게 반응하는 것으로 사료된다.

일반적으로 양도락 점수의 생리적 범위를 정의할 때 양도점의 평균 전류값을 기준으로 $\pm 20\%$ 범위로 정의하는데 이 범위를 벗어날 경우 체내에 변화 혹은 이상이 있는 것으로 판단하며, 특히 $+20\%$ 이상의 상태는 자율신경이 흥분된 급성 상태로 본다³⁴⁾. 본 연구에서는 손의 양도락 점수의 경우 운동부하 직후부터 30분 후까지, 발의 경우는 운동부하 직후에 생리적 범위를 초과한 것으로 나타나 이 시간대에 피험자는 자율신경 흥분상태에 있었음을 알 수 있었다. 또 다른 생리적 범위의 기준으로 양도락 점수가 40 이하인 경우 기능저하 상태, 80 이상인 경우 기능향진 상태를 나타내기도 하는데³⁵⁾, 본 연구에서는 모든 피험자들이 운동 전 점수가 80 이하를 보여 정상 상태에서 측정이 시작되었음을 알 수 있었다. 그리고 운동부하 직후 손에서의 양도락 점수가 80 이상으로 나타나 이 시간대에 기능향진이 이루어졌음을 알 수 있었다.

손과 발은 오래전부터 피부전기활동(Electrodermal activity)을 평가하기에 적합한 신체 부위로 여겨져 왔는데, 시각자극에 반응하는 피부전도도 변화를 측정하는 연구결과 손에서의 변화 정도가 발보다 유의하게 큰 것으로 나타났다³⁶⁾. 기존 연구를 기반으로 손과 발 표면에서의 에크린 한선(eccrine glands) 밀도를 예상한 연구에서는 손등의 땀샘 밀도가 발등의

밀도보다 크게 나타났는데 손에서의 한선 활동이 발보다는 상대적으로 활발할 수 있음을 보여준다. 또한 점증부하 운동검사 동안의 땀 분비 정도를 안정상태와 비교한 연구에서는 손바닥을 제외한 손등과 손가락 모든 부위의 발한율이 발등과 발가락 부위의 발한율보다 더 큰 것으로 나타났는데³⁷⁾, 이는 운동으로 인한 한선 활동이 발보다는 손에서 더 활발함을 의미하며 본 연구의 결과도 이러한 기존연구의 결과를 기반으로 해석할 수 있다. 트레드밀 운동부하 직후 체내는 자율신경이 활성화되는데 발보다는 손에서의 한선 활동이 더 활발해지며, 이는 손과 발의 양도락 전류값 변화를 통해 확인할 수 있다. 그러나 지금까지의 연구를 살펴보면 발한은 넓은 체표 부위에서 거의 동시에 일어나기 때문에 양도점 자체가 한선일 가능성은 크지 않고, 그 실체에 대해서는 더 많은 연구가 이루어져야 할 것이다³⁵⁾.

이상의 내용을 종합해보면, 트레드밀 운동부하 실험을 통한 양도락 점수 변화의 통계적 분석이나 일반적으로 사용되어온 양도락의 생리적 기준을 적용한 분석은 모두 비슷한 결과를 보였다. 운동부하로 유발된 자율신경 활성화 정도는 양도점의 전류값 변화에 반영되는 것으로 보이며 시간이 지나면 양도점이 다시 안정 상태로 돌아오게 된다. 본 실험에서는 안정 상태로 돌아오는데 약 20분 이상의 시간이 소요됐으나 이를 일반화하기 위해서는 부하의 정량적인 크기나 생리적인 추가 파라미터를 포함한 후속 연구가 필요할 것으로 사료된다.

한편, 양도락과 한의학의 경락 사이에 어떤 관계가 있는지에 대해서는 아직까지 이견이 많다. 양도락과 경락의 유사성을 주장하는 연구자들은 대표 양도점과 경락 원혈이 해부학적으로 근접해 있고 양도락과 경락이 비슷한 유주경로를 가지고 있으므로 양도락을 경락적 해석이 가능한 것으로 본다. 하지만 둘 사이의 유사성을 부정하는 연구자들은 양도락 이론을 처음 발표한 Nakatani도 해부학적인 장기에 양도락을 연관시킨 적이 없고 교감신경 작용에 대한 양도락의 전기적 현상 자체를 소개했을 뿐이라고 주장하며, 대표 양도점과 경락 원혈의 생물학적 물리적

특성도 다르다고 언급 한다³⁾. 또한 몇몇 연구자들은 양도락에 대한 경락적인 해석이 경락학설을 왜곡시킬 우려가 있으며, 양도락 측정은 자율신경과 관련된 변화나 질환으로 한정되어야 한다는 견해를 나타내기도 하였다^{38,39)}. 본 연구에서는 손과 발 각각의 6 부위 양도점들 사이에 유의한 차이가 발견되지는 않았다. 다만 수족 삼음삼양에 대한 변화 차이를 살펴 보았을 때, 수삼양경에 속하는 양곡(H4), 양지(H5), 양계(H6)의 경우 수삼음경의 양도점들 보다 운동부하 직후 전류값이 더 가파르게 증가하는 경향을 발견할 수 있었다. 또한 발 바닥에 위치하고 있는 태백(F1)과 속골(F4)의 경우에는 다른 양도점들보다 운동부하 직후 전류값이 완만하게 증가하는 것으로 나타났다. 수삼양경의 경우 자율신경변화에 더 민감하게 반응하고 발 바닥의 양도점은 더 둔감하게 반응한다고 유추할 수도 있겠지만, 이에 대해서는 경락학에 기반한 심화적인 연구가 더 필요할 것이다.

본 연구에서는 트레드밀 운동부하 후 시간대별로 급격한 변화를 보이는 양도락 특성에 1차적으로 주목하였다. 본 실험 결과에서 나타나듯 운동부하로 유발된 자율신경 변화에 대한 양도락의 반응은 급격하게 나타나고 일정시간 이후 다시 안정 상태로 돌아온다. 확실한 변화양상을 나타낸 본 연구결과는 추후 양도락 연구의 방향설정에도 도움을 줄 수 있다. 그동안의 양도락 진단연구는 경락 이론의 장부 배속에 기반한 연구나 특정 질환에 대한 양도점의 특성을 조사하는 연구가 많았는데, 질환에 따른 특이성이 잘 나타난 연구결과는 많지 않았으며 관련분야의 연구도 활성화되지 못하고 있다¹⁸⁾. 특정 양도점의 전류값이 과 향진 또는 과 저하되는 특이성을 보이지 않고 손과 발의 패턴이 다르게 나타난 본 연구의 결과는 실험 프로토콜에 부합하는 자연스러운 결과로 보여 진다. 트레드밀 운동이 전신을 고르게 활성화시키는 부하이기 때문이다. 이와 같이 자율신경 반응을 기반으로 하는 다양한 연구 설계를 통해 양도락의 기전에 대해 더 명확히 파악할 필요가 있다. 이는 현재 정채되어있는 양도락 연구를 활성화시킬 수 있는 하나의 방안이 될 수 있을 것이며, 양

도락과 경락의 명확한 연결고리를 찾는 연구에도 도움이 될 것으로 기대된다.

추후 연구에서는 자율신경반응과 양도락 변화 사이의 연관성을 더 심화적으로 살펴보기 위해 심전도 측정을 하고 HRV와 같은 다른 자율신경반응 지표들도 분석해 볼 필요가 있다. 또한 다양한 호르몬과 신경전달물질, 체내 수분량 및 발한 정도 등을 모니터링하고 이를 양도락 분석에 이용한다면 양도락의 해석이나 진단에의 활용에 많은 도움이 될 것이다.

결 론

양도점에서 측정된 전류량은 자율신경과 관련된 해석이 가능하기 때문에 양도락 데이터를 해석해 실제 진단에 활용하기 위해서는 양도락과 자율신경과의 관계에 대한 심도 있는 연구가 다른 연구보다 선행되어야 한다. 본 연구에서는 트레드밀 운동부하 검사로 인한 양도락 특성의 연속적인 변화를 자율신경 반응의 관점에서 관찰하고 이를 양도락 연구의 기초자료로 활용하기 위해, 트레드밀 운동부하 검사 전과 직후, 10분, 20분, 30분, 60분, 120분 후의 양도락 전류값을 연속으로 측정하였다. 통계 분석 결과, 손에서의 양도락 점수는 운동부하 전과 비교했을 때 운동부하 직후부터 10분 후까지 유의하게 높게 나타났고 그 이후에는 유의한 차이가 없었다. 발에서의 양도락 점수도 운동부하 직후 증가하기는 했지만 손 보다는 그 변화 폭이 적었으며 유의한 차이도 나타나지 않았다. 즉, 발보다는 특히 손의 양도점이 운동부하로 인한 자율신경 변화에 더 민감하게 반응하는 것으로 나타났다. 본 연구는 운동부하 검사로 유발된 자율신경 활성화에 대한 양도락 특성의 연속적인 변화를 분석한 최초의 연구이며 양도락 연구의 기초자료로 활용되기를 기대한다.

감사의 글

본 연구는 한국한의학연구원 주요사업 (K17012, 기혈상태 측정을 위한 생체장 분석 기술 개발)의 일

환으로 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. Nakatani Y. Skin electric resistance and ryodoraku. *J. Autonomic Nerve*. 1956;6:52.
2. The colleges of Korean medicine in Korea. *Biofunctional medicine*. Seoul:Goonja Publisher. 2008:132-44.
3. Park YB. The principle of Ryodoraku and clinical utilization. *The third medicine*. 1996; 1(2):83-94.
4. Noh SH, Kim KH, Yoon YJ, Yang GY, Kim JK, LEE BR, et al. Ryodoraku application for diagnosis : a review of Korean literature. *Korean J Acupunct*. 2011;28(4):125-35.
5. Schmidt J, Sparenberg C, Fraunhofer S, Zim-gibl H. Sympathetic nervous system activity during laparoscopic and needlescopic cholecystectomy. *Surg Endosc*. 2002;16:476-80.
6. Joo BJ, Lim SM, Kim HJ, Lee DN. The clinical study on yangdorak change of menstrual phase, follicular phase and luteal phase with 14 nurses in 20's. *J Orient Obstet Gynecol*. 2003; 16(2):242-53.
7. Sancier KM. Electrodermal measurements for monitoring the effects of a Qigong Workshop. *J Altern Complement Med*. 2003;9(2):235-41.
8. Kotokimiya. *Eastern and Western medicine of Ryodoraku*. Seoul:Goonja Publisher. 2009:355.
9. Kim JH, Jung SK, Jung HJ. A study on sympathetic activity by average Ryodoraku score in patients with hyperhidrosis. *J Oriental Internal Medicine*. 2010;31(1):118-127.
10. Oh SJ, Park YJ, Park YB. Studies on the characteristics of the Yin-Yang, Heat-Cold by the Yangdorak patterns. *J Korea Instit Orient Med Diagn*. 2003;8(1):86-108.
11. Bang JK, Park YC, Lee SH, Chang DI, Lee YH. The study on the characteristics of Yangdorak in the patients with idiopathic parkinson's disease. *The Acupuncture*. 2006;23(6):153-64.
12. Hwang JH, Jung SY, Jung SK. The diagnostic values of Ryodoraku and pulse analysis for respiratory disease patients. *Korean. J Orient. Int. Med*. 2007;28(3):560-9.
13. Kim ES, Lee JM, Lee CH, Cho JH, Jang JB, Lee KS. A study on characters of Yangdorak in climacteric women. *J Orient Obstet Gynecol*. 2008;21(4):159-68.
14. Kim KS, Chung SH, Kim SS, Lee JS. The study on the characteristics of Ryodoraku score in the chronic low back pain patients. *J Korean Med Rehab*. 2009;19(1):145-54.
15. Kim WH, Kim JW. A study on Bian Zheng analysis of Bi Wi disease patient by Yangdorak diagnosis system. *J Dong-Eui Orient Med*. 2000;33:127-46.
16. Moon YH, Bae HS, Moon SK, Ko CN, Kim YS, Cho KH, et al. Clinical investigation about the interrelationship between differentiation of syndroms and numerical value of measurement (Yang-do-rack diagnosis) in acute stroke patients. *Korean J. Orient. Int. Med*. 1998;19(2): 28-36.
17. Oh MJ, Shim YS, Song HS. Sasang constitutional diagnosis by portable Ryodoraku device: comparative study with QSCC II questionnaire. *The Acupuncture*. 2013;30(4):161-7.
18. Kim KT, Kim DH, Park YJ, Kim JK, Park YB. A review study on Ryodoraku study trend. *J Korea Instit Orient Med Diagn*. 2005;9(1): 69-83.
19. Lee CW, Song MH, Yang SJ, Kwon JN. Review study on ryodoraku diagnosis study methods. *J Korean Orient Med*. 2014;35(3):

- 1-14.
20. Lee SK, Kim EK, Kim SH. The effect of treadmill exercise in water on autonomic nervous system. *KSSLS*. 2005;25:393-406.
 21. Yun SJ, Pack SH. The effect of treadmill exercise and treadmill exercise with sports massage on the change of serum lipids and autonomic nerve system of the overweight female college student. *J Korean Soc Living Environ Sys*. 2013;20(5):587-96.
 22. Lee JS, Kim CG. Blood levels of oxidative stress, antioxidant, and metabolic variables at two exercise intensities on an acute treadmill graded exercise. *KJSS*. 2014;23(4):1045-56.
 23. Oh SD, Cho PS. Effect of treadmill exercise on depressive and neurotransmitters in college women with depressive symptoms. *KSSLS*. 2012;50:923-34.
 24. Bae JJ, Kang KH, Kim SA. The difference of respiratory variable on GXT between aqua and land treadmill exercise. *JCD*. 2006;8(3):297-306.
 25. Textbook Compilation Committee of the Korea Acupuncture & Moxibustion Medicine Society. *The Acupuncture and Moxibustion*. Gyeonggi-do: Jipmoondang. 2008:596.
 26. Lee JI, Ko SC, Song HS. A clinical study on the repeatability and reproducibility of portable Ryodoraku device. *The Acupuncture*. 2013;30(3):135-40.
 27. Lee JI, Hur KY, Song HS. Influence of dyspepsia dependent Ryodoraku score upon 'Soeum person' diagnosed by portable Ryodoraku device. *The Acupuncture*. 2013;30(5):77-86.
 28. Bruce RA, Kusumi F, Hosmer D. Maximal oxygen intake and mono graphic assessment of functional aerobic impairment in cardiovascular disease. *Am Heart J*. 1973;85(4):546-62.
 29. Robert JS, Myrvin HE. National survey of exercise stress testing facilities. *Chest*. 1980;77(1):94-7.
 30. American College of Sports Medicine. *ACSM's guidelines for exercise testing and prescription*. Philadelphia:Lippincott Williams & Wilkins. 2013:123-6.
 31. Moliterno DJ, Willard JE, Lange RA, Negus BH, Boehrer JD, Glamann DB, et al. Coronary-artery vasoconstriction induced by cocaine, cigarette smoking, or both. *N Engl J Med*. 1994;330:454-59.
 32. Cha JH, Kim YB, Shin YJ, Kim JM. A clinical study on the repeatability and reproducibility of Ryodoraku score. *J Korean Oriental Med*. 2009;30(1):76-82.
 33. Centore P. The coefficient of variation as a measure of spectrophotometric repeatability. *Color research and application*. 2016;41(6):571-79.
 34. Kim KJ. Study on clinical establish direction for oriental medicine diagnosis methods. *J Physiol & Pathol Korean Med*. 2006;20(1):245-56.
 35. Kyung Hee Univ. Academic Division. *A practical approach to traditional Korean medicine diagnosis*. Seoul:Iljoongsa. 1997:201.
 36. Payne A, Dawson M, Schell A, Singh K, Courtney C. Can you give me a hand? A comparison of hands and feet as optimal anatomical sites for skin conductance recording. *Psychophysiology*. 2013;50:1065-9.
 37. Taylor N, Machado-Moreira C, Heuvel A, Caldwell J. Hands and feet: physiological insulators, radiators and evaporators. *Eur J Appl Physiol*. 2014;114:2037-60.
 38. Yoon SH. An association of Kyung-Rak principle and autonomic nerve theory related with Ryodoraku of patients with gastric

dysmotility and gastric ulcer. Korean J. Orient. Int. Med. 2010;31(4):837-45.

39. Yoon SH. Sympathetic nerve function to electrical response of ryodoraku point and disarrangement of its meridian location on the

anatomical viscera exclude the association between ryodoraku theory and meridian principle. Korean J. Orient. Int. Med. 2011;32(2):259-77.