

# 음악 리듬의 비트 간격 변화가 심박변동 및 쾌적감에 미치는 영향

-Influence of Beat Interval of Rhythm in Music on Heart Rate Variability and Comfort-

정재선 · 이창미 · 고한우, 김종원\*

한국표준과학연구원, 주성대학\*

Jae-Sun Jung, Chang-Mi Yi, Han-Woo Ko, Jeong-Won Kim\*  
Korea Research Institute of Standards and Science, Jusung College\*

본 논문은 음악 리듬의 비트간의 간격의 변화가 사람의 심박동 및 쾌적감에 미치는 영향을 평가하기 위하여 음악 리듬의 박자를 규칙적인 다섯 단계의 변화를 적용하여 평가했다. 평가 항목으로는 (1) LF성분에 많은 영향을 보이는 심박동의 전력스펙트럼 분석과 (2) S.D.법으로 심리적 평가항목을 수행하였다.

실험 결과는, 박자의 변동이 일정한 정박자 리듬에서는 생체에 특이한 변화가 나타나지 않았지만 박자의 변동이 변화하는 리듬에서는 LF성분이 증가함으로 긴장과 불안이 유발됨을 알 수 있었다. 추가적으로 심박변동의 스펙트럼 분석을 통하여 얻을 수 있는 LF와 HF 성분사이의 비를 조사함으로써 심리학적 불안을 평가하는 가능성을 제안한다.

## 1. 서론

음악이 박수나 심장의 박동에 일정한 관련을 가지고 있다고 하는 것은 생활에서 일반적인 의미를 가지고 있다고 할 수 있다. 음악용어에서 리듬은 「음악의 연주에서 질서」로 정의되고, 어원상으로 *rhythmos*로 문자 그대로 하나의 “흐름의 특별한 방식”을 의미한다[1]. 리듬은 연속의 질서화된 특징이라 할 수 있는데 이런 규칙화된 패턴에서 비트의 변화가 생길 경우 청자가 임의로 설정하고 있는 예상을 갑자기 깨트림으로써 해서 리듬감각에 따라 개인적인 차이는 있겠지만 다르게 느껴지게 된다[2].

지금까지 소리에 대한 연구는 소음처럼 가능한 억제하는 것에 대한 것과 음악치료나 환경음악과 같이 소리의 좋은 면을 적극적으로 활용하려는 면에 대해 연구하는 2 종류가 있다[3-6]. 음이 심박에 주는 영

향에 관한 연구에는 음압, 주파수, 음색에 착안한 연구와 심리적 템포(Mental tempo)에 관한 연구가 있으며[7], 개인적 템포(Personal tempo)에 관한 연구[8-9]로는 메트로놈(metronome)에서 발생하는 음을 좋아하는 템포(tempo)로 맞추는 작업이나 좋아하는 빠르기로 박수를 치는 작업을 행하면서 인간이 스스로 발생하는 템포(tempo)를 측정하여 평균 600~900 ms로 제시한 것도 보고되었다. 그리고 직접적으로 소리의 템포가 생체에 미치는 영향에 대한 연구결과[10]도 발표되었다.

그러나, 지금까지의 연구들은 음악의 리듬에서 비트의 간격변화가 생체에 주는 영향에 관련된 연구들은 아니며 그리고 이에 따른 연구도 거의 이루어지고 있지 않다.

본 연구에서는 음악에서 템포와 펄스(pulse), 강박

을 포함하는 창작요소이고, 이러한 요소를 포함하고 실제로 모든 창작 활동에 있어서 음악작품의 근본 토대로 사용되고 있는 리듬(rhythm)에서 비트의 간격변화가 인체에 미치는 영향을 조사하기 위하여 본 연구에서는 다섯 가지 리듬패턴을 통한 비트의 간격변화가 인간의 심박변동 및 쾌적감에 미치는 영향을 주관적인 평가와 생리신호를 측정하여 분석하였다.

## 2. 실험방법

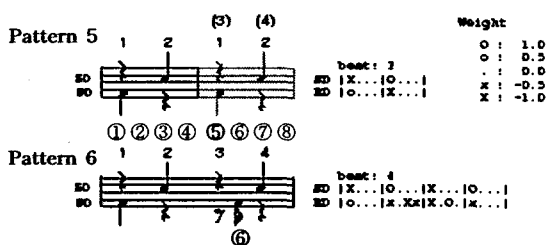
### 2.1 피험자 및 실험환경

피험자는 남녀대학생 각각 4명(연령25~29세)로 청력 및 순환기능의 과거 질병 경험이 없었던 정상인으로 하였다. 실험시간 2시간 전부터 커피, 흡연, 음식물 섭취를 금지시켰다.

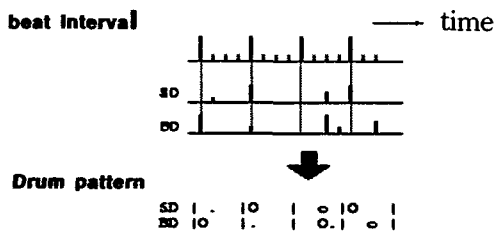
실험실은 외부소음이 차음된 챔버(chamber)에서 수행하였으며 챔버내에는 의자와 스피커(speaker)만 설치하였고, 온도 23~25 °C, 습도50 %R.H.로 조절하였으며 이때 실험실 내의 압소음은 30 dB(A)이하로 조절하였다.

### 2.2 음원

음원은 컴퓨터 미디어음원을 이용한 음원을 선택하여 이용하였다. 본 실험에 사용된 리듬패턴은 4/4박자의 드럼리듬(a)에서 베이스드럼의 변화를 주어 그림 1의 (c)에서 같이 비트간격을 표현하였다.

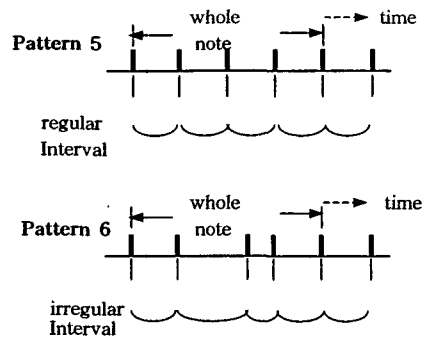


(a) Example of pre-registered drum pattern



┆. represents a sixteenth note  
oo. represents the reliability of onsets of drums

(b) A drum pattern



(c) Beat interval of pattern

그림 1. 리듬패턴의 비트의 간격변환모델

그림 1의 두 개의 패턴은 실험에 쓰인 리듬 중 2개의 패턴인데 규칙은 ③, ⑦번 SD(Snare Drum)은 일반적으로 연주에서 위치가 고정되어 있으므로 변화에서 제외하고 ①번 BD(Bass Drum)은 전 패턴(8개)의 위치가 고정되고 또 하나의 BD의 위치가 그림 1의 (a)에서 샘플패턴이 번호에 따라 변함을 전제로 Pattern 2, Pattern 4, Pattern 5, Pattern 6, Pattern 8을 실험용 Pattern으로 설정하였는데, 이때 Pattern 1, Pattern 3, Pattern 7을 제외한 이유는 Pattern 1은 BD(2개), SD(2개)의 비트수의 형평성에서 제외되었고, Pattern 3과 Pattern 7은 그림 2에서와 같이 SD의 Population 수치가 BD보다 높아 피험자가 Pattern 1번과 같이 동일하게 느끼므로 제외시켰다.

음원은 프리엠프(Mackie1602-VZPRO), Loudspeaker(Yamaha NS-10) 및 Data recorder (RD135T TEAC)에 의해 재생시켰다.

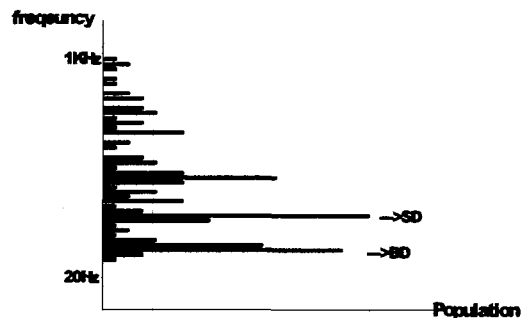


그림 2. BD와 SD의 주파수 특성

### 2.3 실험방법

피험자에게 MP-100(Biopac Co.)장비를 부착한 후 눈을 감고 편한 자세를 취하여 안정기를 가졌다. 우선 피험자에게 5분간 안정시킨 후 리듬 5분간 리듬



Pattern 6에서는 LF성분이 증가하여 HF성분이 감소한다고 할 수 있다.

표 1. 리듬패턴에서의 PSB변화

피험자	자극 Pattern	심박변화		R-R 간격 <sup>2)</sup>	
		LF/HF <sup>1)</sup>	PSB	평균(sec)	
A	P2	6.6908* ↑	2.5224	0.7935	
	P4	2.9793* ↑	1.1232	0.7952	
	P5	1.8928	0.7136	0.7941	
	P6	2.9793	1.1232	0.7952	
	P8	2.5908	0.9767	0.7967	
B	P2	2.3974* ↑	0.9849	0.7141	
	P4	2.7462** ↑	1.1282	0.7365	
	P5	2.1770	0.8944	0.7227	
	P6	5.9294	2.4360	0.7397	
	P8	2.7161	1.1159	0.7284	
C	P2	3.4494	1.5985	0.7956	
	P4	4.2824	1.9844	0.7883	
	P5	3.3554	1.5549	0.7881	
	P6	8.1515** ↑	3.7773	0.7732	
	P8	6.3696** ↑	2.9516	0.7597	
D	P2	3.4906** ↓	0.5600	0.8460	
	P4	1.1663* ↓	0.1871	0.8426	
	P5	1.7414	0.2794	0.8854	
	P6	1.1121	0.1784	0.8794	
	P8	2.2696	0.3641	0.7997	

(\*: p<0.05, \*\*: p<0.01, \*\*\*: p<0.001)

1) t검정의 결과를 나타냄

(안정시와 청취시의 LF/HF 변화의 비율).

↑:안정시와 비교하여 LF성분이 증가,

↓:안정시와 비교하여 LF성분이 감소

2)리듬청취시의 R-R 간격시간의 평균치

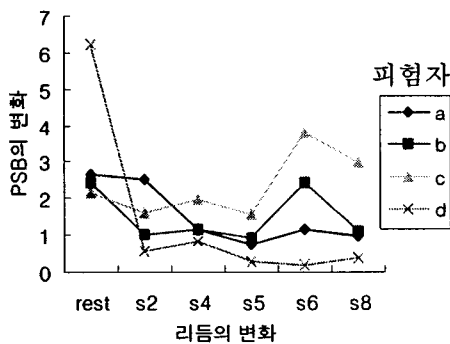


그림 4. 각 리듬패턴에서의 PSB 변화

3. 2 심리평가

청취시의 심리상태를 평가하기 위해 주관평가를 실시하였다. 본 실험에서 채택한 형용사쌍은 리듬이 다른 소리를 들었을 때의 「쾌적감」을 평가할 목적으로 10쌍의 형용사를 추출하였다.

그림 5는 피험자의 각 형용사쌍에 대한 평가치의

평균을 나타낸 것으로써 평가치는 「쾌적감」을 나타내는 축을 plus(+ 1~+3)로 하였으며 「불쾌감」을

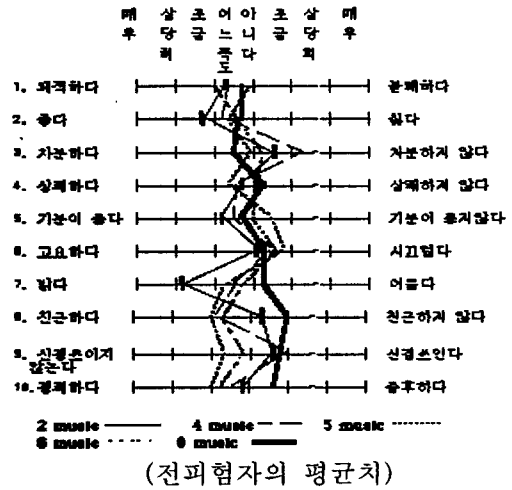


그림 5. 주관평가 결과

나타내는 축을 minus(-1~-3)로 하였다. 그림 5에서 「쾌적한—불쾌하다」, 「좋다—싫다」, 「상쾌하다—상쾌하지 않다」, 「기분이 좋다—기분이 좋지 않다」, 「고요하다—고요하지 않다」의 5형용사쌍을 살펴보면 전 패턴에 대하여 “쾌적하다”, “어느 쪽도 아니다”의 경향을 나타내었으며, 평가치에 큰 차이는 보이지 않았다. 그러나, Pattern 2나 Pattern 8의 경우는 몇 개 항목에서는 minus축(불쾌감 영역)이 두드러진 경향을 나타내었다. Pattern(5, 6)과 Pattern(2, 8)는 몇 개 항목에서 두드러진 차이를 나타내어, 평가치에 약 1이상의 차가 있는 것으로 나타났다. Pattern 8은 리듬이 “친숙하지 않다”라고 대답하는 경향이, Pattern 4는 “차분하지 않다”, Pattern 2는 “밝다”라고 대답하는 경향을 보였다. 이것들의 결과로부터 전체적으로 쾌적감에 큰 차이는 없으나, Pattern 비트간의 간격의 길이가 짧아짐에 따라 전체적으로 불쾌감이 증가하는 경향이 나타났다.

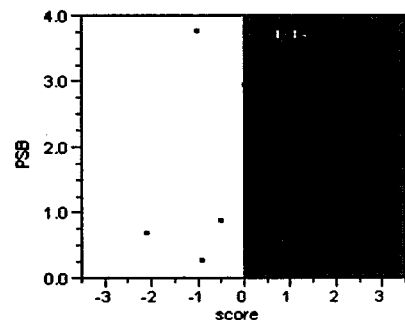


그림 6. 주관적 평가와 PSB의 상관관계

### 3. 3 LF/HF와 심리평가와의 관계

그림 6은 PSB의 변화와 주관평가결과와의 상관관계를 나타낸 것으로 이를 살펴보면, 평가치의 평점이 plus측(+1 ~ +3)에서는 PSB의 변화가 크지만, 평점이 minus측(-1 ~ -3)에서는 PSB의 변화가 작은 경향을 나타내었다. LF/HF와 주관평가와의 상관계수는  $r=0.05$ 로 낮은 값을 나타내었다. 상관계수가 낮은 것은 피험자가 불쾌감을 느낀 경우 「약간」이라고 대답하는 경향이 있는 것과 표 1에서 나타난 바와 같이 피험자 D와 같이 리듬의 변화에 LF/HF의 변화가 작거나, 피험자들이 랜덤하게 실험했지만 Pattern 2가 첫 번째 실험 리듬으로 많이 선정된 것 등을 들 수 있다. 따라서 PSB의 변화와 심리평가와의 사이에는 선형적인 관계가 얻어진다고는 말할 수 없다. 그러나, 「불쾌한 (0~-1)」이라고 대답한 경우에 PSB의 변화가 커지는(LF 성분이 증가)경향이 나타난다고 할 수 있다.

### 4. 고찰

본 연구에서는 동일구간 내에서의 리듬의 규칙적인 박자의 간격에 변화를 5종류로 설정하여, 리듬을 듣기 전(안정시)과 리듬을 들을 때의 심박변동 및 리듬을 들은 후에 주관평가를 실시하여 리듬의 차이가 생체에 미치는 영향을 고찰하고자 하였다.

실험결과, Pattern 5처럼 비트간격이 일정한 경우 LF성분의 증가는 나타나지 않았지만 Pattern 6과 같이 리듬의 절박감이 마디사이에서 뚜렷한 경우는 LF성분이 증가하는 경향이 있었다. LF성분이 증가하는 것은 교감 신경의 흥분이 일어나는 것으로 추정할 수 있다. 심박변동의 power spectrum에서 LF성분에 관하여는 지금까지 많은 연구에서 응용되어 왔다. 선행연구에서 공통적으로 거론되고 있는 것은 LF성분의 증가는 생체에 stress가 가해 긴장상태를 만드는 것이라고 보고되어 있다. 즉 Pattern 6과 같이 리듬이 스트레스로 작용하여 교감 신경의 흥분이 일어나 긴장상태가 된 것으로 생각된다. 또한 주관평가결과에서도 Pattern 2나 Pattern 4에서는 쾌적 영역 또는 「어느 쪽이라고도 할 수 없다」라는 중간영역을 나타내었고 Pattern 6, Pattern 8에서처럼 리듬이 절박감이 뚜렷해지는 경우는 불쾌감의 평점이 높게 나타나는 경향을 보였다. PSB의 변화와 심리평가와의 사이에 선형관계는 얻어지지 않았지만, 심박변동의 power spectrum 해석에 의한 LF성분과

HF성분의 balance의 변화와 주관평가 사이에 어느 정도의 상관성이 나타난 것은 LF성분과 HF성분의 balance를 고찰하는 것으로부터 심리적인 불쾌감을 평가할 수가 있었기 때문으로 생각된다.

LF성분의 변화 및 심리평가로부터, 비트간의 간격이 일정한 Pattern 5는 생체신호에 큰 변화는 보이지 않았지만 비트간의 간격이 변화가 있고 리듬의 절박감이 뚜렷한 Pattern 6은 생체신호에 긴장과 불쾌감을 주는 것으로 고찰되어진다. 또한 주목해야 할 점은 비트간의 간격의 변화가 짧아졌다 넓어지는 경우보다 반대인 경우에 긴장과 불쾌감이 더 뚜렷이 나타난다는 것이다.

R-R 간격시간은 안정시에 비하여 대체적으로 약간 낮았지만 리듬패턴과의 상관성은 전혀 발견할 수 없었으나 이번 실험을 통해서 일정한 리듬의 비트간격과 엇박리듬의 비트간격이 뚜렷한 차이를 보임을 알 수 있었으므로 차후에는 Task와 함께 병행을 통한 수행능력과의 연관성 모색, 사용된 리듬의 연주 기법, 악기음색 등의 다양한 변수를 고려한 실험, 우리의 전통타악기 리듬을 대상으로 한국인에게 친숙한 음색 모색 등이 연구과제로 남아 있다.

### 5. 결론

본 연구로 얻어진 결과는 일정한 리듬은 생체에 큰 변화는 보이지 않으나 비트간의 간격의 폭이 넓어졌다 좁아지는 리듬은 생체에 긴장과 불쾌감을 주는 것이 분명히 나타났다. 또한, 심박변동의 power spectrum 해석에 의해 얻어진 LF성분과 HF성분의 balance의 고찰을 통해 불쾌감을 평가할 수 있는 것이 시사되었다. 하지만 음악의 리듬성분의 복잡성과 개인의 리듬에 대한 개인차를 고려하여 음악환경 실험에서의 상관성을 찾아야 할 것으로 여겨진다.

### 참고문헌

- [1] Fraisse, P. Is rhythm a gestalt? In S. Ertel, L. Kemmler, & Stadler (Eds.), *Gestalttheorie in der modernen psychologie*. Darmstadt: Stenkoff, 1975, Pp. 227-232
- [2] 박용삼, '음악감상에 대한올바른 이해', *Journal of audio and record*, No5, 1996.
- [3] Umemura, M., Honda, K. and Kikuchi, Y., 'Influence of Noise on Heart Rate and Quantity

- of Work in Mental Work, Annals of Physiological Anthropogy, 11(5),523, 1992
- [3] Dasnami: '소음의 생리학적 평가에 관한 연구', 일본공중위생잡지, 11(3) , Pp. 153-169, 1964.
- [4] 長田泰公. 騒音の生理的・心理的影響, 産業醫學, 213-217, 1968.
- [5] Umemura,M.,Honda,K. and Kikuchi,Y,:Influence of Noise on Heart Rate and Quantity of Work in Mental Work, Annals of Physiological Anthropogy, 11(5),523, 1992
- [6] 星芝貴之 他 : 音樂に對るH.R.V.波形の解析, 人間工學關東支部大會抄録集, 58-59, 1993.
- [7] Jiro Mishima: On The Factors of The Mental Tempo, Japanese Psychological Research, No, 4,27-38,1956.
- [8] Horacio J.A.Rimoldi:Personal Tempo, Journal of Abnormal and Social Psychology, 4-6(3). 1951.
- [9] Ross Harrison: Personal Tempo and The Interrelationships of Voluntary and Maximal Rates of Movement, Journal of General Psychology, 24,343-379,1941.
- [10] kaoru Honda, 'Influence of sound tempo on heart rate variability and comfort', 日本生理人類學會誌. Vol.2, No.1, 2, 1992.