

서울시 청소년에서
상완-발목 맥파속도와 심혈관위험요인의 관계

연세대학교 대학원

보 건 학 과

이 희 우

서울시 청소년에서
상완-발목 맥파속도와 심혈관위험요인의 관계

지도 서 일 교수

이 논문을 박사 학위논문으로 제출함

연세대학교 대학원

보건학과

이희우

이희우의 박사 학위논문을 인준함

심사위원 _____ 인

심사위원 _____ 인

심사위원 _____ 인

심사위원 _____ 인

심사위원 _____ 인

연세대학교 대학원

2006년 12월 일

감사의 글

먼저 박사학위를 받을 수 있게 해주신 하나님께 감사를 드립니다.

학위 주제선정 과정부터 지도를 주신 서일 학장님, 구체적이며 주기적으로 지도해주신 김현창 교수님, 통계에 흥미를 갖게 해주시고 곳곳에 도움을 주신 남정모 교수님, 청소년의 맥파속도 분야에 눈을 뜨게 하시고 세밀한 지도를 주신 홍영미 교수님, 그리고 놓치기 쉬운 부분까지도 일깨워 주신 강대룡 박사님께 감사를 드립니다.

보이지 않는 곳에서 어려울 때 마다 뒤에서 묵묵히 수많은 도움을 준 신선미 박사님께도 깊은 감사를 드립니다.

마지막으로 무언의 지지를 해주신 형제 가족들, 대학동기 친구들, 선후배들, 그리고 학교보건진흥원 원장님, 부장님, 그리고 직원들에게 감사를 드리며, 배운 모든 것을 “건강한 학생, 행복한 선생님, 좋은 우리 학교”를 만들기 위한 학교보건사업에 기여 할 수 있도록 더욱 더 노력하겠습니다.

2006년 12월 이희우 씀.

차 례

그림차례 -----	iii
표 차례 -----	iii
국문요약 -----	iv
제 1 장 서 론 -----	1
1. 1 연구배경 및 의의 -----	1
1. 2 연구목적 -----	3
제 2 장 문헌고찰 -----	4
2. 1 맥파속도의 개념과 유용성 -----	4
2. 2 맥파속도와 동맥경직의 기전 -----	6
2. 3 심혈관위험요인과 맥파속도 -----	8
제 3 장 연구방법 -----	10
3. 1 연구설계 -----	10
3. 2 연구대상 -----	10
3. 3 측정항목 및 자료수집 -----	11
3. 4 분석항목 및 분류기준 -----	12
3. 5 분석방법 -----	13

제 4 장 연구결과	14
4. 1 연구대상자의 인구학적 특성	14
4. 2 연구대상자의 심혈관위험요인 분포	15
4. 3 연구대상자의 상완-발목 맥파속도의 분포	17
4. 4 심혈관위험요인과 상완-발목 맥파속도의 관계	18
4. 4. 1 심혈관위험요인과 상완-발목 맥파속도의 상관관계	18
4. 4. 2 심혈관위험요인의 사분위별 상완-발목 맥파속도의 평균	19
4. 4. 3 심혈관위험요인의 수준별 상완-발목 맥파속도의 평균	21
4. 5 심혈관위험요인이 맥파속도에 미치는 영향	23
제 5 장 고 찰	25
5. 1 연구방법에 대한 고찰	25
5. 2 연구결과에 대한 고찰	27
제 6 장 결 론	31
참 고 문 헌	33
영문요약	42
부 록	44

그림 차례

Figure 1. Location of the Right brachial-ankle Pulse Wave Velocity Measure --	11
---	----

표 차례

Table 1. Variables and Abbreviations used in the Study -----	12
Table 2. Characteristics of Participants -----	14
Table 3. Distribution of Cardiovascular Risk Factors -----	16
Table 4. Distribution of Right brachial-ankle Pulse Wave Velocity(PWV cm/sec) by Gender -----	17
Table 5. Means of Right brachial-ankle PWV(cm/sec) by Age -----	17
Table 6. Pearson Correlation between Right brachial-ankle PWV(cm/sec) and Cardiovascular Risk Factors -----	18
Table 7. Means of Right brachial-ankle PWV(cm/sec) according to Quartile range of Cardiovascular Risk factors -----	20
Table 8. Comparison of Right brachial-ankle PWV(cm/sec) by Level of Cardiovascular Risk Factors -----	22
Table 9. Multiple Regression Results of Cardiovascular Risk Factors on Right brachial-ankle PWV(cm/sec) -----	24

서울시 청소년에서 상완-발목 맥파속도와 심혈관위험요인의 관계

본 연구의 목적은 최근 동맥경직의 예측인자로 주목받고 있는 상완-발목 맥파속도와 심혈관위험요인의 관계를 청소년인구집단에서 파악하는 것이다.

자료수집은 학교보건법에 따라 서울특별시학교보건진흥원에 의해 2005년도 「고등학교 1학년 학생신체검사」를 받은 고등학교 중 맥파속도 측정에 동의한 3개 학교(총 1,019명)의 각 4개 반을 무작위 추출하여 남학생 225명, 여자 144명, 총 369명에게 훈련된 측정자가 상완-발목 맥파속도를 측정하였다.

본 연구를 위한 측정변수는 오른쪽 상완-발목 맥파속도와 고전적 심혈관위험요인인 수축기 및 이완기혈압, 평균혈압, 총콜레스테롤, 고밀도지단백-콜레스테롤(HDL), 중성지방 및 공복혈당이었고, 심박수, 그리고 총콜레스테롤/HDL비이었다.

분석방법은 남.녀별로 심혈관위험요인의 평균과 유병률을 구한 후, 오른쪽 상완-발목 맥파속도의 평균을 비교하고, 오른쪽 상완-발목 맥파속도를 종속변수로 한 단순회귀분석에서 의미 있는 심혈관위험요인들을 다중회귀 모형에 투입하여 가장 관련 있는 심혈관위험요인이 무엇인지를 규명하였다.

주요 연구결과는 다음과 같았다.

첫째, 남학생의 수축기혈압 평균은 121.2mmHg로 여학생의 111.0mmHg 보다 더 높았고($p<0.001$), 이완기혈압, 평균혈압도 각각 더 높았다. 심박수, 총콜레스테롤, HDL-콜레스테롤 평균은 여학생에서 더 높았다. 또한 각 심혈관위험요인의 유병률을 보면, 남.녀 각각 비만(체질량지수 ≥ 25)은 16.4%, 13.9%이고, 높은 수축기혈압(≥ 120 mmHg)은 52%, 20.1%, 혈청내 고콜레스테롤(≥ 200 mg/dL)은 8.0%, 14.6%, 흡연자는 20.9%, 13.2%이었다.

둘째, 오른쪽 상완-발목 맥파속도의 평균은 남학생 1027.8cm/sec이고, 여학생 951.7cm/sec로 남학생이 여학생보다 높았다($p<0.001$).

셋째, 남학생에서 오른쪽 상완-발목 맥파속도가 수축기혈압이 120mmHg 이상

높은군에서 1069.8cm/sec로, 120mmHg 미만군의 982.4cm/sec에 비해 높았으며 ($p<0.001$), 이완기혈압이 80mmHg 이상군 남학생에서 80mmHg 미만군보다 상완-발목 맥파속도가 높았으며(<0.001), 평균혈압 93mmHg 이상군, 심박수 90beat/min 이상군, 총콜레스테롤/HDL비도 4.0 이상군에서 상완-발목 맥파속도가 높았다. 여학생도 수축기혈압 120mmHg 이상군, 평균혈압 93mmHg 이상군, 심박수 90beat/min 이상군일 때 상완-발목 맥파속도가 더 높았으며, 총콜레스테롤/HDL비도 3.8 이상군에서 맥파속도가 높은 경향이 있었고($p=0.055$), 흡연 여학생에서 비흡연보다 상완-발목 맥파속도가 더 높은 경향이 있었다($p=0.059$).

넷째, 단순회귀분석에서 오른쪽 상완-발목 맥파속도에 영향을 미치는 각 심혈관위험요인의 회귀계수는 남학생에서 수축기혈압이 5.6($p<0.001$), 이완기혈압 8.7 ($p<0.001$), 평균혈압 7.0($p<0.001$), 심박수 2.1($p=0.003$), HDL -1.6($p=0.040$), 총콜레스테롤/HDL비는 31.5($p=0.003$)이었고, 여학생은 수축기혈압 4.6($p<0.001$), 이완기혈압 6.2($p<0.001$), 평균혈압 6.2($p<0.001$), 심박수 3.1($p=0.002$), 공복혈당 3.2($p=0.02$)이었다.

다섯째, 다중 회귀분석을 통해 상완-발목 맥파속도에 영향을 미치는 심혈관위험요인은 남녀 공통적으로 수축기혈압이었고, 남학생에게서는 이완기혈압, 여학생에게서는 심박수와 하루 흡연량이 영향을 미치고 있었다.

결론적으로 오른쪽 상완-발목 맥파속도와 심혈관위험요인은 관련성이 있었다. 남학생은 수축기혈압과 이완기혈압과 강한 관련성이 있었고, 여학생에게는 수축기혈압과 심박수와 흡연량과 강한 관련성이 있었다.

그러므로 청소년인구에서도 동맥경직이 이미 시작되었거나 진행 가능성을 예측할 수 있을 것이다. 특히 성인기 건강상태와 연속선상에 있는 청소년기의 심혈관위험요인을 감소시키고, 성인기 심혈관질환을 효율적으로 예방하기 위한 건강증진전략은 초기 청소년 인구에서부터 개발되고 실행되어야 할 것이다.

핵심 되는 말 : 청소년, 오른쪽 상완-발목 맥파속도, 심혈관위험요인

제 1 장 서 론

1. 1 연구배경 및 의의

심혈관질환(Cardiovascular Disease)은 서구사회에서 뿐만 아니라 우리나라에서도 전체 사망 원인 중 1, 2위를 다투는 주요 질환이다(서일 등, 2003).

지금껏 많은 연구를 통해 알려진 주요 심혈관위험요인은 고혈압, 고혈당, 고지혈증 및 비만과 흡연, 소금 등으로 이러한 위험요인들은 동맥경직을 촉발할 뿐 아니라 더 나아가 동맥경화증을 초래하여 결국 뇌혈관질환 및 관상동맥질환 등의 심혈관질환으로 사망 할 수 있다는 단계적 질병진행기전이 보고되고 있다(Forette et al., 1998; Benetos et al., 1998; Chae et al., 1999; Vaccarino et al., 2001; Dart et al., 2001; Kostis et al., 2001; Franklin et al., 2001; American Heart Association, 2002; Chobanian et al., 2003; Scuteri et al., 2003; Lakatta et al., 2003; Collins et al., 2003; Mitchell et al., Ohnishi, 2003; Blacher et al., 2005; Zieman et al., 2005).

한편, 이미 발생된 심혈관질환은 치명적이거나 심한 후유증을 가져올 수 있는 반면, 심혈관위험요인이나 초기의 동맥의 경직은 생활습관개선과 의학적 중재에 따라 호전되거나 예방될 수 있음이 많은 연구를 통해 발표되고 있다. 특히 청소년기에서도 이미 심혈관위험요인의 유병률이 높다는 다수의 연구(Berenson et al., 1992; Freedman et al., 1994; Sinaiko et al., 1999; Siervogel et al., 2000; Fagot et al., 2000; Young et al., 2001; Strauss et al., 2001; Gamm et al., 2003) 결과로 볼 때 대부분은 무증상인 초기 심혈관위험요인이나 동맥경직을 조기감별 할 수 있는 민감한 진단법은 청소년 인구에서 유용할 수 있다.

그러나 동맥의 특성과 심혈관위험요인에 대한 연구는 대부분의 성인인구에서 이루어진 것으로 청소년인구에서는 드문 편인데 그 이유 중 하나는 심혈관위험요인이 심혈관 변화에 미치는 영향을 알기위한 기존의 임상적 검사들은 침습적

방법에 의해 내경의 두께를 측정하거나 혈관조영제를 이용하여 관상동맥혈관을 측정하는 등의 방법이 대부분이어서 감염 등 여러 합병증이 우려될 뿐 아니라, 대부분은 건강한 청소년 인구이기에 심혈관위험요인과 혈관경직의 관련성 연구는 제한적일 수밖에 없었다.

하지만, 심혈관위험요인의 통합적 지표 또는 동맥경직의 예측인자로 주목받고 있는 맥파속도(pulse wave velocity; PWV)는 동맥의 탄성을 측정할 수 있으며, 특히 비교적 간단한 측정기기를 이용한 상완-발목 맥파속도는 동맥경직을 예측함에 있어 타당성, 신뢰성, 재현성이 높음이 성인을 대상으로 한 연구에서 일반화되어 가고 있다(Wada et al., 1994; London et al., 1999; Yamashina et al., 2002; Schiffrin et al., 2004).

특히 여러 맥파속도의 측정 부위 중 오른쪽 상완과 발목의 맥파속도(right brachial-ankel pulse wave velocity, RbaPWV)는 혈액이 상완과 발목의 두 지점을 통과시 파동을 자동적으로 측정하는 방식으로 동맥경직을 가장 안정되게 나타내는 지표임이 성인 및 노인을 대상으로 한 연구에서는 일관되게 보고되고 있다(Lehmann et al., 1997; Cohn, 1999; Blacher et al., 1999; Safar et al., 2000; Amar et al., 2001; Laurent et al., 2001; Meaume et al., 2001; Van et al., 2001; Laurent et al., 2001; Guerin et al., 2001; Zureik et al., 2003;).

그러나 청소년인구에서 맥파속도와 심혈관위험요인의 관련성 또는 동맥경직의 가능성에 대해 견해를 밝힌 연구는 성인 및 노인대상의 연구에 비해 아직까지 매우 드물고, 비교적 최근 외국에서 소수의 논문이 발표되었으나 서로 대립적 결과이어서 추가 연구가 필요함을 알 수 있다. 특히 우리나라에서 청소년인구를 대상으로 혈압, 혈당, 총콜레스테롤, 고밀도지단백-콜레스테롤, 중성지방 등의 심혈관위험요인과 맥파속도(PWV)의 연관성을 총체적으로 밝힌 연구는 거의 없었다.

그러므로 본 연구에서는 청소년기 심혈관위험요인과 상완-발목 맥파속도의 관련성을 파악하여 그 관련을 구체화 하고자 한다.

1. 2 연구목적

최근 성인인구에서 심혈관위험요인의 통합적 지표 또는 동맥경직의 예측인자로 주목받고 있는 상완-발목 맥파속도와 심혈관위험요인의 연관성을 청소년인구 집단에서 파악하는 것으로 세부적인 연구목적은 다음과 같다.

첫째, 청소년인구에서 혈압, 총콜레스테롤 등 주요 심혈관위험요인의 평균과 유병률, 그리고 오른쪽 상완-발목 맥파속도의 대표값을 성별로 구분하여 파악한다.

둘째, 심혈관위험요인 각각을 사분위별, 위험수준별 등 여러 수준으로 층화 한 후 상완-발목 맥파속도의 관련성을 성별로 구분하여 파악한다.

셋째, 심혈관위험요인이 상완-발목 맥파속도에 미치는 영향을 각각 파악한 후 심혈관위험요인을 서로 보정한 상태에서 상완-발목 맥파속도에 영향 미치는 심혈관위험요인을 규명한다.

제 2 장 문 헌 고 찰

2. 1 맥파속도의 개념과 유용성

맥파속도는 혈관의 두 지점 사이를 통과하는 혈압흐름의 속도를 말한다. 맥파속도는 동맥내벽의 탄력성과 혈액농도에 따라 다르게 측정되는데, 동맥의 팽창성 및 경화도와 상관관계가 있으며, 신체조직에 전혀 해가 없이 동맥의 딱딱함의 정도를 측정하는 유용한 지수라고 할 수 있다(Li et al., 2006).

혈관안에서 맥파가 전파될때 그 혈관의 두지점에서 맥파를 기록하고 그 두 지점의 맥파의 시간차(pulse transit time)와 두 지점간의 거리(L)를 측정하면 혈관내를 전파하는 맥파의 속도를 측정할 수 있다. 이를 공식으로 표현하면 다음과 같다.

$$PWV = \frac{\text{Distance between 2 sites}}{\text{Pulse Transit Time}}$$

맥파속도는 혈관이 딱딱해질수록, 내강이 좁을수록, 두께가 두꺼울수록 빠른 것이 물리적으로 증명되고 있다. 이런 물리학적 현상을 동맥파에 응용한 것이 맥파속도이다. 빠른 속도지수(High Velocity)는 높은 동맥경화의 정도와 낮은 혈관 탄력성을 보여주어 대동맥의 동맥경화와 관상동맥의 위험을 암시한다 할 수 있다.

맥파속도 측정의 역사 중 가장 최초의 보고는 Bramwell과 Hill(1923)로 경동맥과 요골동맥에 맥파계를 달고 측정하였다. 이후 꾸준히 진보되어진 맥파속도는 사체부검에서 보인 죽상경화도와 밀접한 연관관계를 보여 타당성을 증명하였고(Lehmann et al., 1997), 이후 혈관손상과도 높은 상관관계가 있음(Safar et al., 2000; Van et al., 2001)이 알려져 있다. 또한 연령과 상관관계가 높아 맥파속도가 동맥의 탄성지표라고 하였다(Woodman & Watts, 2003).

현재 맥파속도는 여러 부위에서 측정이 시도되어 경동맥-요골동맥간, 경동맥-

대퇴동맥간, 대퇴동맥-족배동맥간, 상완동맥-발목동맥간 등에서 측정되고 있으며, 지금까지의 임상보고에서는 경동맥과 대퇴동맥의 맥파속도(carotid-femoral PWV)를 측정하는 것이 가장 일반적인 방법이었다. 그러나 이 방법은 경동맥과 대퇴동맥의 2개소 중 가장 박동이 잘 느껴지는 장소에 맥파계를 고정하여 측정하므로 측정의 번잡함과 대상자의 부담 등이 문제가 되고 있다.

근래 들어 많이 사용하고 있는 상완-발목 맥파속도는 상완과 발목의 맥파속도를 컴퓨터에 의해 자동해석하고 2차 미분법에 의해 시작의 변곡점을 검출하여 두 점간의 시간차를 측정하는데, 이 방법은 간편하여 다수의 심혈관계 질환의 스크리닝을 목표로 하는 건강검진에 있어서도 적극적으로 도입되고 있다. 한편 재현성(reproducibility) 측면에서도 관찰자를 바꿔서 측정할 때의 관찰자간 신뢰성(inter-observer reliability)은 $r=0.98(p<0.001)$ 이고, 동일 관찰자가 다른 날에 측정하는 동일관찰자간 신뢰성(intra-observer reliability)도 $r=0.87(p<0.01)$ 로 우수하였다(Yamashina et al., 2002). 또한 혈관손상을 보이는 환자에서 상완-발목 맥파속도가 증가됨이 임상적 연구에서도 일치된 결과를 보여주어 그 타당성(validity)은 최근에 많이 알려지고 있다(Yamashina et al., 2002).

특히 최근에 상완-발목 맥파속도를 측정하는 새로운 측정장비가 소개되었는데 이 기계는 사지의 맥파를 동시에 진동측정법(oscillometric method)에 의하여 측정할 수 있어(Kubo et al., 2002) 이 압력차가 클때 동맥경직의 예측과 함께 말초혈관 질환을 의심할 수 있다. 이 장비는 측정방법이 상대적으로 더욱 용이하며 비교적 짧은 시간인 5-7분 사이에 측정할 수 있으므로 대규모 선별검사에 보다 적합한 것으로 알려지고 있다.

그러므로 맥파속도의 활용을 통해 심혈관위험요인이나 동맥경직을 비침습적인 방법으로 용이하게 감별이 가능할 것이며, 초기의 심혈관위험요인이나 동맥경직은 생활습관개선이나 여러 보건 의학적 중재로 개선이 가능하다는 점으로 볼 때 어느 연령층보다도 청소년 인구에서 더욱 유용하게 활용 될 것으로 전망할 수 있을 것이다.

2. 2 맥파속도와 동맥경직의 기전

동맥경화는 ‘동맥벽이 딱딱해지는 병리조직학적 변화’라는 형태학적 정의는 비교적 분명함에 비해 동맥경직이 미치는 기능적 변화 즉 부드러움의 소실이 각종 질환에 미치는 의의는 측정의 곤란함으로 인해 근거기반의 해석이 어려웠다.

그러나 최근 측정기기의 진보와 더불어 동맥경직이 갖는 임상적 의의가 많은 연구를 통해 분명해지고 있으며, 그중 맥파속도는 동맥경직의 예측인자(Blacher et al., 1999; Shoji et al., 2001)로서, 또는 뇌혈관 경화와 관상동맥경화의 위험을 암시하는 예측인자로 인정받고 있다(Lehmann et al., 1997; Blacher et al., 1999; Cohn et al., 1999; Safar et al., 2000; Laurent et al., 2001; Amar et al., 2001; Meaume et al., 2001; Guerin et al., 2001; Van, et al., 2001; Laurent et al., 2001; Zureik et al., 2003).

지금까지 발표된 연구에서 상완-발목 맥파속도에 가장 영향을 주는 것은 혈압, 연령, 성(gender)이었다(Nagai et al., 1998; O’Leary et al., 1999; Watanabe et al., 1996; Shoji et al., 2001; Mitchell et al., 2003; Zieman et al., 2005; Johnson et al., 2001).

특히 혈압만의 변동으로 인해 맥파속도 값은 변화 될 수 있는데, 이는 혈압의 변동에 따라 혈관벽의 장력이 변하고 혈관에서의 탄성에 변화가 발생하기 때문이다. 그러나 혈관벽의 상태에 따라서도 혈압의 변화가 다를 수 있기 때문에 맥파속도를 단순히 혈압의 값에 의해 결정된다고 할 수 없으며, 혈압과 혈관벽의 상태를 합쳐서 표현하는 종합적인 동맥의 경직 지표라고 국제적으로 통용되고 있다(Asmar, 2002).

즉 혈압과 맥파속도 그리고 동맥경화의 메커니즘은 서로 되새김질을 반복하는 순환기전으로 설명할 수 있다. 혈압의 변동은 맥파속도에 직접영향을 줄 수 있으며, 장기적인 혈압변동에 의해 동맥벽의 탄력성이 변화하여 맥파속도는 높게 측정될 수 있고, 경직된 동맥혈관은 다시 혈압에 영향을 미쳐 결국 동맥경화를 유발하여 심혈관질환의 발생이 촉발된다 할 수 있다(Wolinsky & Glagov, 1964;

Wolinsky & Glagov, 1969).

연령과 맥파속도가 깊은 관련이 있다는 것은 많은 보고에서 일치하는 것이다 (Watanabe et al., 1996; Shoji et al., 2001; Mitchell et al., 2003). 이는 연령증가와 동반하여 동맥벽의 엘라스틴이 감소하고 콜라겐이 증가하여 구조 변화가 보이기 때문으로 여기지고 있다(Nagai et al., 1998; Johnson et al., 2001; 김삼수, 2004).

또한 맥파속도는 성인기 연령에서는 여성보다 남성에서 높은 값을 나타내는 것이 보고되고 있으나 아동기나 고령자에서는 성별 차이가 없는 것으로 알려져 있다(London et al., 1995; Lehmann et al., 1997; Niboshi et al., 2006). 이는 사춘기 전의 여자에게는 남자보다 경직요인이 내인적으로 더 많이 존재하고 있기 때문이며, 폐경기 이후의 여자에서는 에스트로젠의 감소가 있어 anti-atherogenic effect가 감소하기 때문으로 알려져 있다(Ahimastos et al., 2003).

2. 3 심혈관위험요인과 맥파속도

한국인의 주요 사망원인은 1970년대에 전염성질환에서 비전염성질환으로 변화되었으며, 그 후 현재까지 비전염성질환 중에서 심혈관계 질환(Cardiovascular Disease)이 가장 중요한 사망원인으로 알려져 있다(서 일, 2003). 특히 동맥경화성 심장질환은 1990년대 초기부터 주요 사망원인이 되고 있다(Jee et al., 1999). 사망원인 통계를 보면 심혈관질환인 뇌혈관질환과 심장질환은 우리나라의 전체사망자의 절반이상을 차지하는 5대 사망원인 가운데 각각 2위와 3위를 차지하고 있으며 2002년 순환기계통 질환으로 인한 사망은 모든 사망원인의 약 21.7%를 차지하고 있다(통계청, 2003).

20세기에 이르러 일반적인 위생방법으로 감염병에 의한 사망자가 감소하고 수명이 연장되므로 동맥경화현상이 건강에 매우 중요한 역할을 한다는 것을 점차 인식하게 되었다. 1930년에서 1940년 사이에 미국에서는 동맥경화로 인한 심혈관질환 사망률이 경각심을 일으킬 정도로 증가했으며 심혈관질환은 중요한 역학적 문제가 되었다. 연구자들은 동맥경화증이 지질과 콜레스테롤, 그리고 식이가 원인이라고 주장하거나 혹은 고혈압과 흡연을 심혈관질환의 관련요인으로 주장하지만 대부분이 동맥경화로 인한 심장질환은 복합적인 원인에 의한다고 보고 되기 시작했다.

세계 제 2차대전 직후에 미국에서는 동맥경화성 심장질환의 원인을 규명하는 큰 사업으로 Framingham Heart Study를 시작하였다. 그 연구 결과 동맥경화증은 개인적 소인에 의한다는 것이 밝혀졌으며 이들 개인적인 소인들을 현재 심혈관질환의 위험요인(cardiovascular risk factors)이라고 일컫는다(Barry et al., 2002).

이후 이러한 개인적 소인들은 시대에 따라 달라지거나 추가되는데, 1950-1970년의 주요 심혈관위험요인은 흡연, 고혈압, 고콜레스테롤혈증, 당뇨병 그리고 가족력과 같은 요인들로 현재까지도 이들 요인은 꾸준히 연구되어 그 위험성이 증명되고 있다. 이들은 고전적인 심혈관위험요인(classic cardiovascular risk factors)으로 불리고 있다. 또한 1980년대 이후에는 임상실험연구를 통해서 위험요인들을 치료

하거나 중재함으로서 심혈관질환의 예방이 더 이상 꿈이 아닌 현실로 다가오기 시작하였다(Pearson et al., 2002).

1990년대에 들어 대부분의 심혈관질환은 심혈관위험요인이 동맥의 경직(stiffness)이나 경화(hardness)에 영향을 미쳐 발생하는 시간적 선후 과정이 있다는 가설을 주장하고 있으며(Barry et al., 2002) 이는 역학적 코호트 연구를 통해 증명되고 있다.

또한 최근 동맥경직을 측정하는 기기를 이용하여 동맥경화와 심혈관질환과의 관계에 대한 연구들이 발표되고 있는데 심혈관위험요인으로 인해 증가된 혈관 경직은 고혈압, 좌심실비대 및 심근 혈액 관류 부전으로 이어지게 되고, 말기 신장질환 및 대동맥성 동맥경화의 점차적 진행과 깊이 연관되어 있음이 주장되고 있다(Lehman et al., 1997; Blacher et al., 1999). 또한 2형 당뇨병과 고지혈증을 가진 대상자에서도 동맥경화가 보고되고 있고, 대동맥, 상완동맥, 하지동맥에서 맥파속도의 높은 값이 측정되고 있다(Lehmann et al., 1997).

이처럼 맥파속도는 심혈관계질환의 위험 지표일 뿐 아니라(Cohn, 1999; Van et al., 2001), 동맥경직의 예측인자로도 유용하다는 것이 알려지고 있다(Blacher et al., 1999; Laurent, 2001; Guerin et al., 2001). 그러므로 맥파속도를 이용한 동맥경직의 측정은 향후 예측되는 심혈관질환을 비침습적 방법으로 감별하여 빠르고 예방적인 치료법을 제공하는데 중요한 도구일 것이다(Blacher et al., 1999).

제 3 장 연구 방법

3. 1 연구설계

최근 성인인구에서 심혈관위험요인의 통합적 지표 및 동맥경직의 예측인자로 알려지고 있는 맥파속도(PWV)와 심혈관위험요인의 관계를 청소년 인구집단에서 확인하기 위한 단면연구이다.

3. 2 연구대상

본 연구에서 대상자 선정은 다단계 방식에 의해 표출하였다. 연구의 모집단(target population)은 서울시 고등학교 1학년 학생으로, 이를 위해 서울특별시 학교보건진흥원으로부터 「고등학교 1학년 학생신체검사¹⁾」를 받은 17개 고등학교 중 추가로 상완-발목 맥파속도 측정에 동의한 3개 학교(1,019명)를 표본학교로 선정하였다. 또 표본학교 1학년 학급 중 4개반씩 무작위로 추출하여 학급별 전수인 총369명(남 225명, 여 144명)을 연구대상으로 선정하였다(부록 참조).

1) 본 자료수집 당시인 2005년에 각 고등학교의 장은 학교보건법에 의해 1학년 학생에게 종합검진에 준하는 학생신체검사를 실시하게 되어 있었음.

3. 3 측정 항목 및 자료수집

교육인적자원부령에 의한 「고등학교 1학년 학생신체검사」는 키, 체중 및 비만도 등의 신체발달 수준의 측정과 혈청내 공복혈당(FBG), 총콜레스테롤(TC) 외에 고밀도지단백-콜레스테롤(HDL), 중성지방(TG) 등을 측정하였다. 또 맥파속도와 심혈관위험요인의 관계를 알기위해 상완-발목 맥파속도와 진동방식의 혈압을 추가로 측정하였다.

모든 신체검사와 생화학적 검사를 위한 자료수집은 2005년 6월에 서울특별시 학교보건진흥원의 출장검진팀에 의해 수행되었으며, 신체검사의 모든 절차는 교육인적자원부 규칙에 의해 표준화된 방식에 의해 진행되었다. 또한 8시간 이상 금식 후 뽑은 대상자의 혈액은 모두 정도관리(quality control)를 거쳐 총콜레스테롤, 고밀도지단백-콜레스테롤, 중성지방, 공복혈당 등을 분석하였다.

상완-발목 맥파속도와 진동방식의 혈압은 Colin사의 VP-1000 (Colin Medical Technology Corporation, Japan)을 이용하여 오른쪽에서 상완과 발목에서 측정하였다(Figure 1). 측정 전 지나친 움직임으로 인한 측정값의 오차를 막기 위해 대상자들은 5분간 의자에 앉게 하여 안정시킨 후 침상에 누워 측정하였다.

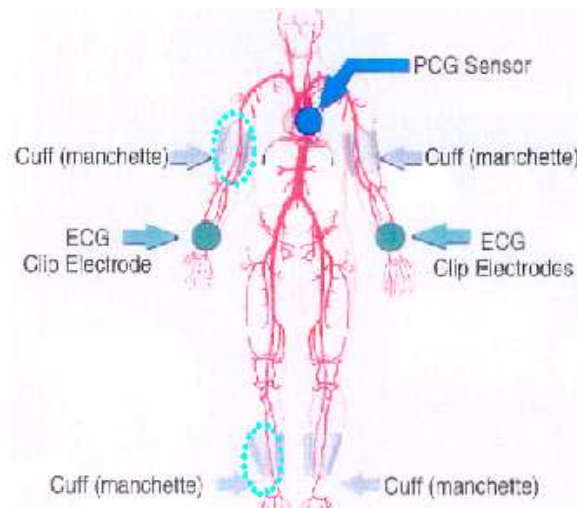


Figure 1. Location of the Right brachial-ankle Pulse Wave Velocity Measure

3. 4 분석항목 및 분류기준

본 연구의 측정 변수중 종속변수는 오른쪽 상완-발목 맥파속도이고, 심혈관위험요인 독립변수는 체질량지수(BMI kg/m²), 수축기혈압, 이완기혈압, 평균혈압²⁾, 심박수, 총콜레스테롤, 고밀도지단백-콜레스테롤(HDL), 총콜레스테롤/HDL비, 중성지방, 공복혈당, 흡연 등이다. 또한 각 심혈관위험요인 단위는 다음과 같다 (Table 1).

Table 1. Variables and Abbreviation used in the Study

	Variables	Abbreviation
Dependent variable	Right brachial-ankle Pulse Wave Velocity(cm/sec)	Right brachial-ankle PWV(cm/sec)
Independent variables	Cardiovascular risk factors	CVD risk factors
	Body mass index(kg/m ²)	BMI(kg/m ²)
	Systolic blood pressure(mmHg)	SBP(mmHg)
	Diastolic blood pressure(mmHg)	DBP(mmHg)
	Mean arterial pressure(mmHg)	MAP(mmHg)
	Heart rate(beat/min)	HR(beat/min)
	Total cholesterol(mg/dL)	TC(mg/dL)
	HDL-cholesterol(mg/dL)	HDL(mg/dL)
	Total cholesterol/HDL ratio	TC/HDL
	Triglyceride(mg/dL)	TG(mg/dL)
	Fasting blood glucose(mg/dL)	FBG(mg/dL)
	Cigarettes smoked/day	

2) 평균혈압 : 이완기혈압+(맥압/3)

3. 5 분석방법

본 연구에서 모든 통계검정은 SAS version 9.12를 이용하여 다음과 같이 분석하였다.

- 1단계 : 심혈관위험요인의 평균과 유병률 분포를 남녀별로 파악한 후 각 심혈관위험요인과 상완-발목 맥파속도의 상관관계를 파악하였다.
- 2단계 : 연구대상자의 상완-발목 맥파속도의 대표값을 탐색한 후 심혈관위험요인의 사분위 등의 수준에 따라 맥파속도 값을 성별로 나누어 비교하였다. 또 각각의 심혈관위험요인이 맥파속도에 미치는 영향을 회귀계수를 통해 알아보았다.
- 3단계 : 심혈관위험요인들을 독립변수로 하는 다중회귀분석모형을 통해 오른쪽 상완-발목 맥파속도에 영향을 미치는 주요변수를 파악하였다.

제 4 장 연구 결과

4. 1 연구대상자의 인구학적 특성

연구대상자는 서울특별시 3개 고등학교 1학년생 369명으로 그중 남학생은 61%인 225명, 여학생은 39%인 144명이었다.

연령은 만 14세부터 16세까지의 분포하고 있으나 약 72%가 15세의 연령이었고, 평균연령은 남학생과 여학생 모두 15.2세이었다(Table 2).

Table 2. Characteristics of Participants

	Total(n=369)	Male(n=225)	Female(n=144)
Age(year), mean± SD	15.2 ±0.5	15.2 ±0.5	15.2 ±0.5
14 years No.(%)	12 (3.3)	9 (4.0)	3 (2.1)
15 years	264 (71.4)	158 (70.2)	106 (73.6)
16 years	93 (25.2)	58 (25.8)	35 (24.3)

4. 2 연구대상자의 심혈관위험요인 분포

대상자의 심혈관위험요인의 평균을 살펴보면, 수축기 혈압은 남학생 121.2mmHg, 여학생 111.0mmHg로 통계학적으로 유의한 차이가 있었고($p < 0.001$), 이완기 혈압도 남학생이 65.1mmHg, 여학생 61.5mmHg로 남학생이 더 높았다($p < 0.001$). 또한 평균혈압도 남학생은 86.6mmHg, 여학생은 78.4mmHg로 남학생이 높았고($p < 0.001$), 심박수는 남학생이 72.9회, 여학생이 76.3회로 여학생이 높았다($p = 0.002$). 총콜레스테롤은 남학생이 158.8mg/dL, 여학생은 174mg/dL로 여학생이 더 높았고($p = 0.002$), 고밀도지단백-콜레스테롤도 남학생 54.3mg/dL, 여학생 60.7mg/dL로 여학생이 더 높았다($p < 0.001$). 중성지방은 남학생이 96.9mg/dL, 여학생은 92.3mg/dL로 남학생이 더 높고($p = 0.05$), 하루 피우는 평균 담배의 양은 남학생이 각각 1.5개비, 여학생이 0.9개비 이었다(Table 3).

또한, 각 심혈관위험요인의 위험수준을 Grundy(2004)의 American Association of Clinical Endocrinologists(AACE)와 The Nation Cholesterol Education Program(NCEP), Chobanian(2003)의 Joint National Committee 7th(JNC 7) 기준에 의해 분류한 후 심혈관위험요인의 위험수준 유병률을 파악하였다. 그 결과 BMI가 25이상인 비만 유병률은 남학생 16.4%, 여학생 13.9%이었다. JNC 7 기준에 따른 수축기혈압이 120mmHg 이상인 비율은 남학생 52%, 여학생 20.1%, 이완기 혈압이 80mmHg 이상인 비율은 여학생에게는 없고 남학생에서만 3.6%, 평균혈압이 93mmHg이상인 비율은 남학생 21.4%, 여학생 8.5%이었다. 또한 심박수가 90beat/min 이상인 비율은 남학생 11.1%, 여학생 6.3%이었다.

콜레스테롤이 200mg/dL이상인 비율은 남학생 8.0%, 여학생 14.6%, 고밀도지단백-콜레스테롤이 남학생 40mg/dL, 여학생 50mg/dL 미만인 경우는 남학생 9.3%, 여학생 16%, 총콜레스테롤/HDL비가 남학생 4.0이상, 여학생 3.8이상인 경우는 남학생 14.2%, 여학생 9.0%, 중성지방이 150mg/dL이상인 경우는 남학생 9.3%이었고 여학생 3.55이었다. 공복혈당이 110mg/dL 이상인 남학생은 1.3%이었으며, 여자는 없었다. 또 흡연자는 남학생 20.9%, 여학생 13.2%이었다.

이러한 결과중에서 통계학적으로 남학생의 평균 및 이상자 비율이 모두 여학생보다 높은 심혈관위험요인은 수축기혈압, 이완기혈압, 평균혈압이었다(Table 3).

Table 3. Distribution of Cardiovascular Risk Factors

CVD risk factors	Criteria	Male(n=225)	Female(n=144)	p-value
Mean ± SD				
BMI (kg/m ²)		21.7 ± 4.2	21.4 ± 3.6	0.496
SBP(mmHg)		121.2 ± 11.4	111.0 ± 10.3	<0.001
DBP(mmHg)		65.1 ± 7.6	61.5 ± 6.8	<0.001
MAP(mmHg)		86.6 ± 8.7	78.4 ± 8.3	<0.001
Heart rate(beat/min)		72.9 ± 11.9	76.3 ± 8.6	0.002
TC(mg/dL)		158.8 ± 28.7	174.1 ± 27.6	<0.001
HDL(mg/dL)		54.3 ± 11.4	60.7 ± 12.4	<0.001
TC/HDL ratio		3.04 ± 20.8	2.95 ± 0.61	0.252
Triglyceride(mg/dL)		96.9 ± 43.2	92.3 ± 29.1	0.227
FBG(mg/dL)		82.8 ± 13.7	79.4 ± 6.4	0.001
Cigarettes smoked/day		1.5 ± 4.0	0.9 ± 3.0	0.111
No(%) of subjects at risk				
BMI(kg/m ²)	≥25	37 (16.4)	20 (13.9)	0.509
SBP(mmHg)	≥120	117 (52.0)	29 (20.1)	<0.001
DBP(mmHg)	≥80	8 (3.6)	0 (0.0)	0.004
MAP(mmHg)	≥93	48 (21.4)	12 (8.5)	<0.001
Heart rate(beat/min)	≥90	25 (11.1)	9 (6.3)	0.097
TC(mg/dL)	≥200	18 (8.0)	21 (14.6)	0.059
HDL(mg/dL)	M:<40, F:<50	21 (9.3)	23 (16.0)	0.068
TC/HDL ratio	M:≥4.0, F:≥3.8	32 (14.2)	13 (9.0)	0.121
Triglyceride(mg/dL)	≥150	21 (9.3)	5 (3.5)	0.018
FBG(mg/dL)	≥110	3 (1.3)	0 (0.0)	0.083
Smoker	Yes	47 (20.9)	19 (13.2)	0.060

Abbreviation of variables in Table 1.

Criteria of BMI, HDL, TG, FBG by AACE(American Association of Clinical Endocrinologists)

Criteria of TC and HDL by NCEP(The Nation Cholesterol Education Program)

Criteria of SBP and DBP by JNC 7(Joint National Committee 7th)

MAP=DBP+(SBP-DBP)/3

4. 3 연구대상자의 상완-발목 맥파속도의 분포

오른쪽에서 측정된 상완-발목 맥파속도의 평균은 남학생 1027.8cm/sec, 여학생 951.7cm/sec로 남학생이 더 높고 유의한 차이를 보였다($p < 0.001$). 또한 중위수는 남학생은 1011cm/sec인 반면, 여학생은 949.5cm/sec이었다.(Table 4).

연령에 따른 상완-발목 맥파속도의 평균은 통계적인 차이가 없었다(Table 5).

Table 4. Distribution of Right brachial-ankle Pulse Wave Velocity(cm/sec) by Gender

Category	Male (n=225)	Female(n=144)	p-value
Mean±SD	1027.8 ±130.3	951.7 ±106.4	0.001
Median	1011.0	949.5	

Table 5. Means of Right brachial-ankle Pulse Wave Velocity(cm/sec) by Age

Age(years)	Male(n=225)			Female(n=142)		
	n	Mean±SD	p-value	n	Mean±SD	p-value
14	9	1054.2 ± 131.6		3	897.3 ± 74.8	
15	158	1018.4 ± 118.9	0.25	104	950.3 ± 110.0	0.60
16	58	1049.4 ± 156.5		35	960.6 ± 98.2	

4. 4 심혈관위험요인과 상완-발목 맥파속도의 관계

4. 4. 1 심혈관위험요인과 상완-발목 맥파속도의 상관관계

오른쪽 상완-발목 맥파속도와 심혈관위험요인의 상관관계를 보았다. 남학생의 오른쪽 상완-발목 맥파속도와 상관관계가 있는 심혈관위험요인의 상관계수는 수축기혈압 0.4, 이완기혈압 0.5, 평균혈압 0.46, 심박수 0.2이었고, 여학생의 상완-발목 맥파속도와 관련이 있는 심혈관위험요인의 상관계수는 수축기 혈압 0.45, 이완기혈압 0.39, 평균혈압 0.48, 심박수 0.25이었다(Table 6).

Table 6. Pearson Correlation between Right brachial-ankle PWV(cm/sec) and Cardiovascular Risk Factors

CVD Risk Factors	Male (n=225)		Female (n=144)	
	Coefficient	p value	Coefficient	p value
BMI(kg/m ²)	0.13	0.057	-0.2	0.843
SBP(mmHg)	0.40	<0.001	0.45	<0.001
DBP(mmHg)	0.50	<0.001	0.39	<0.001
MAP(mmHg)	0.46	<0.001	0.48	<0.001
Heart rate(beat/min)	0.20	0.003	0.25	0.002
TC(mg/dL)	0.12	0.083	0.05	0.555
HDL(mg/dL)	-0.14	0.037	-0.01	0.872
TC/HDL ratio	0.20	0.003	0.06	0.471
Triglyceride(mg/dL)	0.05	0.498	0.12	0.171
FBG(mg/dL)	-0.00	0.951	0.19	0.024
Cigarettes smoked/day	0.00	0.995	0.15	0.077

Abbreviation of variables in Table 1.

4. 4. 2 심혈관위험요인의 사분위별 상완-발목 맥파속도의 평균

심혈관위험요인을 사분위로 나누어서 상완-발목 맥파속도의 평균을 비교해 보았다. 그 결과 심혈관위험요인의 사분위에 따라 용량반응적으로 상완-발목 맥파속도가 증가하는 심혈관위험요인은 남학생은 수축기혈압, 이완기혈압, 평균혈압, 총콜레스테롤/HDL비이었고, 여학생은 수축기혈압, 이완기혈압, 평균혈압이었다(Table 7).

Table 7. Means of Right brachial-ankle PWV(cm/sec) according to Quartile Range of Cardiovascular Risk Factors

CVD Risk Factors	Quartile	Male(n=225)			Female(n=144)		
		Range	Means \pm SE	p value	Range	Means \pm SE	p value
BMI(kg/m ²)	I	< 18.8	986.0 \pm 17.1	0.040	< 19.1	967.1 \pm 17.9	0.789
	II	18.8 ~ < 20.9	1050.5 \pm 17.2		19.1 ~ < 20.7	944.8 \pm 18.1	
	III	20.9 ~ < 23.7	1035.7 \pm 17.4		20.7 ~ < 23.1	947.2 \pm 18.1	
	IV	23.7 ~ \leq 38.1	1039.8 \pm 17.1		23.1 ~ \leq 38.2	947.5 \pm 17.9	
SBP(mmHg)	I	< 114	936.3 \pm 16.9	<0.001	< 104.0	886.5 \pm 16.7	<0.001
	II	114 ~ < 120	1019.2 \pm 15.2		104.0 ~ < 110.5	937.2 \pm 15.8	
	III	120 ~ < 127	1032.1 \pm 16.0		110.5 ~ < 117.0	952.5 \pm 16.7	
	IV	127 ~ \leq 168	1102.1 \pm 14.8		117.0 ~ \leq 148	1020.1 \pm 15.3	
DBP(mmHg)	I	< 60.0	931.5 \pm 16.5	<0.001	< 57	885.8 \pm 17.1	<0.001
	II	60.0 ~ < 64.5	1008.4 \pm 14.5		57 ~ < 61	939.2 \pm 17.4	
	III	64.5 ~ < 70.0	1052.4 \pm 15.7		61 ~ < 66	962.9 \pm 15.9	
	IV	70.0 ~ \leq 87.0	1104.7 \pm 15.1		66 ~ \leq 79	1007.6 \pm 16.4	
MAP(mmHg)	I	< 81.0	949.0 \pm 17.5	<0.001	< 73	890.1 \pm 17.4	<0.001
	II	81.0 ~ < 86.0	997.2 \pm 14.8		73 ~ < 79	904.8 \pm 15.2	
	III	86.0 ~ < 91.5	1048.4 \pm 15.5		79 ~ < 85	983.1 \pm 15.9	
	IV	91.5 ~ \leq 115.0	1103.4 \pm 15.8		85 ~ \leq 99	1014.8 \pm 15.4	
Heart rate (beat/min)	I	< 65	993.4 \pm 17.6	0.002	< 71	924.6 \pm 17.8	0.015
	II	65 ~ < 71	1029.5 \pm 17.7		71 ~ < 76	921.5 \pm 17.8	
	III	71 ~ < 78	1002.1 \pm 16.8		76 ~ < 83	967.3 \pm 17.3	
	IV	78 ~ \leq 110	1076.5 \pm 15.7		83 ~ \leq 98	988.4 \pm 16.8	
TC(mg/dL)	I	< 136	1008.1 \pm 18.1	0.381	< 155.5	940.2 \pm 17.9	0.816
	II	136 ~ < 158	1017.1 \pm 17.0		155.5 ~ < 171.0	948.8 \pm 19.0	
	III	158 ~ < 176	1038.9 \pm 17.3		171.0 ~ < 189.0	964.1 \pm 17.6	
	IV	176 ~ \leq 252	1045.7 \pm 17.3		189.0 ~ \leq 277.0	953.0 \pm 17.6	
HDL(mg/dL)	I	< 46.6	1052.9 \pm 7.4	0.074	< 53.2	948.5 \pm 17.9	0.965
	II	46.6 ~ < 53.8	1043.3 \pm 17.3		53.2 ~ < 60.0	954.4 \pm 18.2	
	III	53.8 ~ < 61.2	1022.8 \pm 17.1		60.0 ~ < 68.2	946.0 \pm 18.2	
	IV	61.2 ~ \leq 100.2	993.4 \pm 17.1		68.2 ~ \leq 92.6	958.0 \pm 17.9	
TC/HDL ratio	I	< 2.5	994.8 \pm 17.0	0.021	< 2.5	956.4 \pm 17.8	0.725
	II	2.5 ~ < 2.8	1013.5 \pm 17.1		2.5 ~ < 2.9	963.3 \pm 18.4	
	III	2.8 ~ < 3.3	1036.8 \pm 17.1		2.9 ~ < 3.3	952.6 \pm 17.8	
	IV	3.3 ~ \leq 6.4	1066.8 \pm 17.1		3.3 ~ \leq 5.4	935.3 \pm 17.8	
Triglyceride (mg/dL)	I	< 68	1014.7 \pm 17.5	0.817	< 72	951.0 \pm 18.0	0.431
	II	68 ~ < 88	1026.1 \pm 17.5		72 ~ < 87	950.6 \pm 18.0	
	III	88 ~ < 111	1036.1 \pm 17.5		87 ~ < 112	932.3 \pm 17.5	
	IV	111 ~ \leq 328	1034.2 \pm 17.3		112 ~ \leq 208	974.1 \pm 18.0	
FBG(mg/dL)	I	< 77	1039.9 \pm 18.3	0.585	< 75	944.5 \pm 18.1	0.161
	II	77 ~ < 81	1034.2 \pm 19.7		75 ~ < 79	937.6 \pm 17.9	
	III	81 ~ < 87	1010.4 \pm 15.4		79 ~ < 84	938.3 \pm 17.4	
	IV	87 ~ \leq 230	1034.0 \pm 17.1		84 ~ \leq 103	986.2 \pm 17.6	

Abbreviation of variables in Table 1.

4. 4. 3 심혈관위험요인의 수준별 상완-발목 맥파속도의 평균

심혈관위험요인을 정상과 위험수준으로 나눈 후 오른쪽 상완-발목 맥파속도의 평균을 비교해보면 수축기혈압은 남학생 정상군(SBP<120mmHg)과 위험수준군(SBP≥120mmHg)에서 각각 982.4cm/sec, 1069.8cm/sec로 위험수준군의 평균이 통계학적으로 유의하게 높았고($p<0.001$), 여학생도 정상군과 위험수준군에서 각각 932.4cm/sec와 1027.2cm/sec로 위험수준군에서 정상군보다 통계학적으로 유의하게 높았다($p<0.001$).

이외에도 정상군일때 보다 위험군일때 상완-발목 맥파속도가 높은 심혈관위험요인은 남학생은 이완기혈압, 평균혈압, 심박수, 총콜레스테롤/HDL비이었고, 여학생은 평균혈압, 심박수이었으며, 총콜레스테롤/HDL비와 흡연은 경향성이 있었다(Table 8).

Table 8. Comparison of Right brachial-ankle PWV(cm/sec) by Level of Cardiovascular Risk Factors

CVD risk factors	Criteria	Male(n=225)			Female(n=144)		
		n	Mean± SD	p-value	n	Mean± SD	p-value
BMI(kg/m ²)	<25	188	1025.6 ± 141.3	0.559	122	951.3 ± 107.2	0.906
	≥25	37	1039.3 ± 147.4		20	954.4 ± 104.6	
SBP(mmHg)	<120	108	982.4 ± 113.8	<0.001	113	932.4 ± 102.5	<0.001
	≥120	117	1069.8 ± 130.9		29	1027.2 ± 87.3	
DBP(mmHg)	<80	216	1020.0 ± 125.8	<0.001	139	950.7 ± 106.6	-
	≥80	8	1218.4 ± 100.3		0	-	
MAP(mmHg)	<93	176	1007.1 ± 121.1	<0.001	127	945.1 ± 108.0	0.042
	≥93	48	1100.5 ± 136.9		12	1010.3 ± 69.1	
Heart rate (beat/min)	<90	200	1021.3 ± 131	0.033	133	946.5 ± 103.8	0.025
	≥90	25	1080 ± 113.9		9	1028.4 ± 121.5	
TC(mg/dL)	<200	207	1028.5 ± 132	0.789	121	950.1 ± 105.5	0.659
	≥200	18	1019.9 ± 112.2		21	961.2 ± 113.9	
HDL(mg/dL)	M≥40, F≥50	204	1026.5 ± 128.8	0.646	119	950 ± 107.2	0.651
	M<40, F<50	21	1040.3 ± 146.5		23	961 ± 104.2	
TC/HDL ratio	M<40, F<3.8	193	1037.1 ± 142.6	0.011	129	946.3 ± 105	0.055
	M≥40, F≥3.8	32	1128.8 ± 174.5		13	1005.7 ± 110.1	
Triglyceride (mg/dL)	<150	204	1028.4 ± 132	0.835	137	949.5 ± 106.6	0.185
	≥150	21	1022.1 ± 115.1		5	1013.8 ± 89.5	
FBG(mg/dL)	<110	222	1027.7 ± 130.9	0.903	142	951.7 ± 106.4	-
	≥110	3	1037 ± 81.3		0	-	
Smoking	No	178	1029.9 ± 132.4	0.647	123	945.1 ± 106.3	0.059
	Yes	47	1020 ± 123.0		19	994.5 ± 99.5	

Abbreviation of variables in Table 1.

Criteria of BMI, HDL, TG, FBG by AACE(American Association of Clinical Endocrinologists)

Criteria of TC and HDL by NCEP(The Nation Cholesterol Education Prgram)

Criteria of SBP and DBP by JNC 7(Joint National Commitee 7th)

MAP=DBP+(SBP-DBP)/3

4. 5 심혈관위험요인이 맥파속도에 미치는 영향

청소년의 상완-발목 맥파속도(cm/sec)에 미치는 심혈관위험요인의 영향을 알기 위해 단순회귀분석을 통해 의미 있는 심혈관위험요인들의 회귀계수를 보면, 남학생은 수축기혈압이 5.6($p<0.001$), 이완기혈압 8.7($p<0.001$), 평균혈압 7.0($p<0.001$), HDL -1.6($p=0.04$), 총콜레스테롤/HDL비는 31.5($p=0.003$)이었고, 여학생은 수축기혈압 4.6($p=0.001$), 이완기혈압 6.2($p<0.001$), 평균혈압 6.2($p<0.001$), 심박수 3.1($p=0.002$), 공복혈당 3.2($p=0.024$), 흡연 5.3($p=0.079$)이었다(Table 9). 또한 체질량지수(BMI)는 종속변수인 오른쪽 상완-발목 맥파속도와 선형적 관계가 아니었으므로 사분위로 그룹을 나누어 회귀계수를 살펴보았다. 그 결과, 남학생은 BMI가 낮은 사분위인 기준집단에 비해 BMI가 가장 높은 사분위에서 상완-발목 맥파속도가 53.8 낮았으며($p=0.0027$), 여학생에서는 의미가 없었다.

오른쪽 상완-발목 맥파속도에 영향을 미치는 심혈관요인을 알기 위해 본 연구에서는 회귀진단 및 모형평가를 거쳐 2개의 다중회귀모형을 구축하였다. 모형1에 들어간 심혈관위험요인은 단순회귀분석에 유의했던 변수인 BMI, 수축기혈압, 심박수, 총콜레스테롤/HDL비, 하루 흡연량이었고, 모형2에는 이완기혈압을 추가로 투입하였다. 그 결과 남학생에서 오른쪽 상완-발목맥파속도에 유의하게 영향을 주는 변수는 모형1에서 수축기혈압으로 1mmHg 증가시 상완-발목 맥파속도의 평균 6.2cm/sec가 증가하였고($p<0.001$), BMI는 유의하지 않았다. 모형2에서는 수축기혈압과 이완기혈압의 회귀계수는 각각 3.8($p=0.002$), 5.4($p=0.002$)이었고, BMI는 유의하지 않았다. 여학생에서는 모형1에서 오른쪽 상완-발목 맥파속도에 유의한 영향을 미치는 심혈관위험요인은 수축기혈압($p<0.001$)이었고, 그 외에도 심박수($p=0.028$)와 하루 흡연량($p=0.050$)이 유의하였다(Table 9). 그러나 BMI가 가장 낮은 기준집단에 비해 가장 높은 사분위 집단에서 상완-발목 맥파속도가 감소하였다($p=0.012$). 모형2에서는 수축기혈압($p<0.001$), 심박수($p=0.026$), 하루흡연량($p=0.033$)이 계속 유의하였으며, 여학생은 이완기혈압과 관련이 없었으며, BMI가 가장 높은 사분위 그룹에서 계속 음의 값을 가졌다($p=0.019$).

Table 9. Multiple Regression Results of CVD Risk Factors on Right brachial-ankle PWV(cm/sec)

Cardiovascular risk factors	Quartile	Unadjusted			Adjusted Model 1			Adjusted Model 2			
		β	SE	p-value	β	SE	p-value	β	SE	p-value	
Male(n=225)											
	I	<18.8*									
BMI(kg/m ²)	II	18.8 ~ <20.9	-4.2	24.3	0.865	31.1	21.5	0.150	30.3	21.1	0.153
	III	20.9 ~ <23.7	10.7	24.2	0.659	-11.0	22.6	0.626	-4.8	22.1	0.830
	IV	23.7 ~ ≤38.1	-53.8	24.1	0.027	-48.1	25.7	0.063	-39.5	25.2	0.119
SBP(mmHg)			5.6	0.7	<0.001	6.2	0.8	<0.001	3.8	1.2	0.002
DBP(mmHg)			8.7	1.0	<0.001				5.4	1.7	0.002
MAP(mmHg)			7.0	0.9	<0.001						
HR(beat/min)			2.1	0.7	0.003	-0.2	0.7	0.783	-1.0	0.7	0.199
TC(mg/dL)			0.5	0.3	0.083						
HDL(mg/dL)			-1.6	0.8	0.040						
TC/HDL ratio			31.5	10.4	0.003	14.2	10.9	0.195	12.5	10.7	0.244
TG(mg/dL)			0.1	0.2	0.498						
FBG(mg/dL)			-0.0	0.6	0.951						
Cigarettes smoked/day			-0.0	2.2	0.995	2.1	1.9	0.232	1.8	1.9	0.351
Female(n=144)											
	I	<19.1*									
BMI(kg/m ²)	II	19.1 ~ <20.7	-0.36	25.4	0.899	-34.9	21.6	0.109	-33.2	21.7	0.128
	III	20.7 ~ <23.1	-2.76	25.4	0.914	-27.8	22.5	0.248	-22.6	22.4	0.314
	IV	23.1 ~ ≤38.2	19.6	25.3	0.439	-62.2	24.5	0.012	-58.7	24.6	0.019
SBP(mmHg)			4.6	0.8	<0.001	5.3	0.8	<0.001	5.3	1.3	<0.001
DBP(mmHg)			6.2	1.2	<0.001				0.4	1.9	0.821
MAP(mmHg)			6.2	1.0	<0.001						
HR(beat/min)			3.1	1.0	0.002	2.0	0.9	0.028	2.1	0.9	0.026
TC(mg/dL)			0.2	0.3	0.555						
HDL(mg/dL)			-0.1	0.7	0.872						
TC/HDL ratio			10.6	14.7	0.471	17.5	13.3	0.192	19.7	13.7	0.152
TG(mg/dL)			0.4	0.3	0.171						
FBG(mg/dL)			3.2	1.4	0.024						
Cigarettes smoked/day			5.3	3.0	0.079	5.1	2.6	0.050	5.5	2.5	0.033

* Reference, Abbreviation of variables in Table 1.

제 5 장 고 찰

5. 1 연구방법에 대한 고찰

본 연구의 목적은 서울시 청소년 인구에서 맥파속도와 심혈관위험요인의 관련성을 파악하는 것이다. 그러나 본 연구의 대상자는 369명으로 서울시 소재 고등학교 309개교의 고등학생 인구 약 35만명에 비해 너무 적어 샘플링의 대표성에 문제가 제기될 수 있다.

그러나 본 연구에서는 큰 표본단위에서 작은 표본단위로 내려가면서 표본을 추출하는 다단계 표출방식, 즉 서울시 학교보건진흥원에서 「고1 학생정규신체검사」를 받은 17개 고등학교 중 추가로 맥파속도의 측정에 동의한 3개 학교를 선정하고, 다시 각 학교에서 4개의 반(Class)을 무작위 표출하여 그 반의 학생 전수를 연구대상자로 선정하였다. 이는 표출유형에 따라 표본의 크기를 달리 잡아도 무작위 표본과 같은 정도로 신뢰성이 높다는 이론적 근거를 기반으로 하였다 (Rosner, 2004). 또한 본연구의 대상자는 고등학교 1학년 학생이라는 비교적 동질성이 큰 한정된 인구집단이기에 표본추출 치우침(sampling bias)을 어느 정도는 최소화 할 수 있을 것으로 생각한다.

본 연구에서 찾을 수 있는 의의 중 한 가지는 연구대상자가 청소년 인구라는 것이다. 이는 맥파속도가 최근 성인인구에서 동맥경화증의 정도를 평가하는 유용하고 간단한 방법으로 알려짐으로서 1-2년 정도부터 임상에서 사용되기 시작하였으나, 아직 청소년에서의 맥파속도와 질환과의 관련성에 대한 연구는 거의 없는 실정이다. 그러나 청소년인구에서도 비만, 고지혈증, 고혈압 등이 증가하여 성인질환과 동일한 양상의 건강문제가 급증하고 있는 현 시점에서 청소년기의 심혈관위험요인과 맥파속도의 관련성에 대한 연구는 꼭 필요하다. 또한 청소년 인구에서 심혈관위험요인이 있을때 맥파속도가 높고, 높은 맥파속도는 추후 혈관변화를 가져와 성인기 건강과 연결된다는 가설이 설득력있게 된다면, 대부분이 건강하다고

생각되는 청소년 인구에서 심혈관위험 요인을 가진 대상자를 선별하여 조기관리해야 할 필요성이 더욱 확실해 질 수 있을 것이다.

혈관경직을 측정할 수 있는 임상적 검사들은 현재 Doppler 초음파, MRI, 맥파속도가 있다. 그중에서 현재까지는 경동맥-대퇴동맥 맥파속도가 가장 흔하게 사용되었고, 최근 더 간단한 방법인 자동으로 된 진동방법으로 측정이 가능한 상완-발목 맥파속도가 개발되었다. 이는 대동맥 손상(Nakamura et al., 2003), 말초동맥경직(Munakata et al., 2003)을 측정하는데 유용하다고 하였다. 더욱이 Yamashina 등(2002)은 상완-발목 맥파속도의 정확도를 입증하기 위해 카테터로 직접 경동맥-대퇴동맥 맥파속도를 측정하여 상완-발목 맥파속도와 상관관계를 보았을 때 상관계수는 0.87로 높음을 알 수 있었다. 또 상완-발목 맥파속도는 오른쪽과 왼쪽에서 모두 측정되어지는데 두 측정부위간에 상관성이 매우 높아(주선영 et al., 2006) 관련변수들 간의 관계의 해석이 영향을 미치지 않았다. 그러므로 본 연구에서는 오른쪽 상완-발목 맥파속도의 값을 종속변수로 사용하였다.

본 연구에서는 각 심혈관위험요인들의 위험수준 유병률을 파악하였다. 유병률을 파악함에 있어 연구대상이 청소년이라는 점을 감안한다면, 자체 인구집단의 분포를 고려하여 위험수준을 정하는 것이 이상적일 것이다. 그러나 우리나라 청소년 인구에서 각각의 심혈관위험요인의 대표성 있는 기준값을 찾기 어려운 현실이므로, 본 연구에서는 체질량지수, 고밀도지단백-콜레스테롤, 중성지방, 공복혈당은 「American Association of Clinical Endocrinologists(AACE)」의 분류기준을, 수축기 혈압과 이완기혈압, 평균혈압은 「Joint National Committee 7th(JNC 7)」의 기준을, 중성지방, 총콜레스테롤/HDL 비는 「The Nation Cholesterol Education Program(NCEP)」의 기준을 따랐다.

본 연구에서 오른쪽 상완-발목 맥파속도에 영향을 미치는 심혈관위험요인을 찾기 위한 회귀분석은 수집된 자료의 전반적 검토와 모형진단과 모형 평가과정을 통해 제시되었다. 그러나 체질량지수는 종속변수와의 선형성 가정이 성립되지 않아 사분위로 그룹을 나눈 후 모형에 투입하였다.

5. 2 연구결과에 대한 고찰

동맥의 맥파속도는 심혈관계질환의 위험 지표로(Cohn, 1999; Van et al., 2001), 동맥경직의 예측인자라는 연구결과들이 발표되었는데(Lehmann et al., 1997; Blacher et al., 1999; Amar, 2001; Safar et al., 2000), 이는 침습적 방법을 통한 동맥경직 평가와 일치됨으로서 맥파속도가 동맥경직을 예측할 수 있다는 가설은 더욱 설득력을 가지게 되었다.

또한 증가된 혈관 경직도는 고혈압, 좌심비대 및 심근 혈액 관류 부전으로 이어지게 될 뿐 아니라 당뇨병병증, 말기 신장질환 및 대동맥성 동맥경화의 점차 진행과 깊이 연관되어 있음이 주장되었는데 특히 맥파속도가 1300cm/sec 이상인 경우 동맥경화증의 존재를 강력하게 시사해주고, 심혈관 사망의 가장 강력한 예측인자(Blacher et al., 1999)라고 하였다. 그러므로 맥파속도를 이용한 동맥경직의 측정은 향후 예측되는 심혈관질환을 비침습적 방법으로 감별하여 빠르고 예방적인 관리방안의 치료법을 제공하는데 중요한 도구로 활용 될 수 있을 것이다(Blacher et al., 1999).

그러나 맥파속도와 심혈관질환에 관한 대부분의 연구는 성인 및 노인을 연구 대상으로 한 것이어서 실제적으로 청소년의 심혈관위험요인과 맥파속도의 관계를 밝히고 동맥경직과의 연관성을 제기한 논문은 매우 드물다. 특히 비교적 최근에 혈압이 높은 아동이 청년기가 되었을 때, 동맥경직의 정도를 맥파속도를 이용하여 측정 시 관련성이 있다라는 보고가 있었는가 하면(Oren et al., 2002), 이와는 상반되게 청소년기의 혈압은 청년기의 동맥 경직을 예측하지 못하는 다는 보고(Li et al., 2004)가 있었다. 또한 일본의 아동 및 청소년을 대상으로 한 상완-발목 맥파속도의 특성에 대한 연구에서 나이와 성별, 혈압, 심박수가 맥파속도에 영향을 미친다는 결과가 있었으나(Niboshi et al., 2006), 이 연구의 분석 자료에는 총콜레스테롤, 중성지방, HDL 등의 혈액검사 자료가 없어 심혈관계위험요인과의 총체적 관계를 밝힐 수 없는 한계를 가지고 있다.

그러므로 우리나라 청소년 인구에서 심혈관위험요인이 맥파속도에 영향을 미

치고 향후 동맥경직에 영향을 미치는지를 알기위한 실증적 연구가 많이 시도되어야 할 것이다.

지금까지 발표된 연구에서 상완-발목 맥파속도에 가장 영향을 주는 것은 혈압, 연령, 성(gender)이었다(Watanabe et al., 1996; Nagai et al., 1998; O'Leary et al., 1999; Shoji et al., 2001; Johnson et al., 2001; Mitchell et al., 2003; Zieman et al., 2005). 우리나라 성인 인구를 대상으로 한 연구에서도 상완-발목 맥파속도는 수축기혈압과 양의 상관관계가 있거나 영향을 미치는 주요 요인이었다(최경묵 et al., 2004; 김영권, 2004; 신진호 et al., 2005;).

이처럼 성인을 대상으로 한 연구에서 고혈압일때 맥파속도는 일반적으로 높은 값을 보이는데, 청소년을 대상으로 한 본 연구에서도 남학생과 여학생 모두에서 수축기혈압, 이완기혈압, 평균혈압이 맥파속도에 강력하게 영향을 미치고 있었다.

또한 혈압 외에도 성인에서 상완-발목 맥파속도와 관련이 있는 심혈관위험요인은 심박수, 고밀도지단백-콜레스테롤, 중성지방, 흡연이었는데 청소년을 대상으로 한 본 연구에서도 남학생의 오른쪽 상완-발목 맥파속도에서 고밀도지단백-콜레스테롤($p=0.04$), 총콜레스테롤-HDL비($p=0.003$)가 유의하였고 여학생의 오른쪽 상완-발목 맥파속도에는 혈당($p=0.02$)이 유의하였다.

심박수와 맥파속도의 관계는 성인을 대상으로 한 선행연구에서도 발표가 있었는데 노인을 대상으로 한 맥파속도의 연구에서 심박수는 중요하고도 강력한 혼란변수로서 이의 구체적 근거를 위해서는 심박수에 대한 표준화가 필요함(Lantelme et al., 2002)을 제안되기도 하였으며, 일본의 24세부터 39세까지 젊은 남자를 대상으로 한 연구에서 생활습관이나 혈압과도 유의하지 않은 심박수가 상완-발목 맥파속도와는 유의한 관계를 보였다. 이는 교감활동과의 관련성 때문일 것으로 추측(Nakao, 2004)되고 있었다.

많은 연구에서 맥파속도와 연령은 깊은 관련이 있음이 일치(Watanabe et al., 1996; Shoji et al., 2001; Mitchell et al., 2003)하나, 본 연구에서는 모두 고등학교 1학년 학생이므로 연령과의 관계는 볼 수 없었다.

또한 맥파속도와 성별과의 관계에서는 본 연구에서도 남학생이 여학생보다는 맥파속도가 높은 것으로 나타났고 이는 성인을 대상으로 한 국내연구와는 일치되

는 결과이었다(최경목 et al., 2004; 김영권 et al., 2004). 그러나 사춘기 이전 소아를 대상으로 하는 연구에서 성별차이가 없음(Davis et al., 2004)과는 상이한 결과이다. 이처럼 청소년기 및 성인기 연령에서 남성이 여성보다 맥파속도가 높은 이유는 여성의 에스트로젠의 효과인 것으로 여겨지며, 아동기나 노인기의 여성에서는 맥파속도의 성별차이가 없어지지는 것으로 관찰되었다(London, 1995; Lehmann et al., 1997; Ahimastos et al., 2003).

흡연과 맥파속도의 관계는 담배를 피울 때 갑자기 혈압, 심박수, 맥파속도가 증가하게 되고, 계속되는 흡연은 동맥을 경직시킴으로서 심혈관계에 대한 나쁜 효과를 가진다(Kim et al., 2005)고 하였다. 본 연구에서도 여학생에서 흡연량이 맥파속도에 영향을 미침을 알 수 있었다.

본 연구에서 수축기 혈압 평균은 남학생 121.2mmHg, 여학생 111.0mmHg 이었는데, 특히 남학생의 경우 수축기 혈압의 평균이 JNC 7 기준에 의한 전기고혈압의 수준인 것을 주목할 수 있을 것이다. 특히 본 연구에서 혈압측정 방식은 진동 방식에 의한 것으로 측정자간 오차나 숫자선호도(digit preference)에 배제된 결과이기에 청소년기 고혈압 관리를 위한 건강증진방안에 더욱 시사하는 바가 크다고 할 수 있다.

심혈관위험요인에서 위험수준의 유병률은 비만(BMI \geq 25)의 경우 남학생 16.4%, 여학생 13.9%이었고, 혈청 콜레스테롤이 200mg/dL이상인 비율은 남학생 8.0%, 여학생 14.6%, 중성지방이 150mg/dL 이상인 비율은 남학생 9.3%, 여학생 3.5%이었다. 본 연구의 결과를 외국 청소년을 대상으로 한 연구와 비교해 보면, 미국 조지아 소아 및 청소년을 대상으로 한 연구에서는 48%가 과체중인 것과 비교해 적을 수 있으나 과체중의 기준을 연구대상 분포 중 85 퍼센타일 이상을 기준으로 한 것이므로 본 연구결과와 직접적인 비교는 어렵다. 또한 조지아 청소년에서 총콜레스테롤의 위험수준을 170mg/dL 로 보았을 때 26%의 유병률이었고, 본 연구 대상자의 총콜레스테롤 위험수준을 200mg/dL이상으로 보았을 때 남,녀 각각 18%, 21%로 미국 조지아의 결과에 비해 낮았다. 향후에는 청소년 인구와 성인인구의 정상기준과 적용에 대한 검토도 필요할 것이다. 미국 조지아 지역의 연구에서 HDL 기준은 본 연구와 동일함에도 불구하고 위험수준은 43%이었지만, 본 연구에

서는 남자 9.3%, 여자 16.2%이었다.

본 연구에서 흡연력에 대한 조사는 설문지를 이용하지 않고 신체검사의 최종 진찰자가 심폐음 청진와 함께 1:1 면담을 통해 조사하였다. 그 결과 흡연하는 남학생은 20.9%, 여학생은 13.2%로 2005년 현재 고등학교 1학년의 남학생의 흡연율 12.6%, 여학생 흡연율 5.2%(금연운동협의회, 2005)에 비해 많은 것으로 조사되었다. 그 이유는 징계적 분위기가 전혀 없는 건강상담을 통해 얻어진 자료이기 때문일 것으로 생각할 수 있다.

이상의 결과로 볼 때 심혈관위험요인과 상완-발목 맥파속도의 관련성은 있다 할 수 있으며 특히 혈압과는 강한 관련성이 있다 할 수 있다. 그러나 혈압으로 맥파속도가 높은 것인지, 또는 동맥경직이 시작되어 지속적으로 혈압이 높은 것인지에 대한 것은 본 연구가 단면연구이기에 제한적이므로 향후 전향적 연구가 필요할 것이다. 하지만 혈압이 높은 경우 동맥경직에 영향을 주고 이는 심혈관질환으로 진행한다는 선행연구의 타당성이 입증되고 있는 현재 시점에서 본 연구를 통해 청소년 인구에서 심혈관위험요인의 조기관리 필요성은 강조할 수 있을 것이다.

또한 상완-발목 맥파속도는 청소년 인구에서도 심혈관위험요인의 감별지표, 또는 동맥경직의 예측지표로의 활용이 가능할 것을 여겨지며, 특히 증상이 없는 청소년의 심혈관위험요인을 조기발견하고 관리하는데 유용할 것으로 기대할 수 있을 것이다.

제 6 장 결 론

본 연구의 목적은 최근 동맥경직의 예측인자로 주목받고 있는 상완-발목 맥파속도(Right brachial-ankle pulse wave velocity ; RbaPWV)와 심혈관위험요인(cardiovascular disease risk factor; CVD risk factor)의 관계를 청소년인구집단에서 파악하는 것이다.

연구결과, 남학생의 수축기혈압 평균은 121.2mmHg로 여학생의 111.0mmHg보다 더 높았고($p<0.001$), 이완기혈압, 평균혈압도 각각 더 높았다. 심박수, 혈청총콜레스테롤, 고밀도지단백-콜레스테롤 평균은 여학생에서 더 높았다.

또한 각 심혈관위험요인의 위험수준별 유병률을 보면, 비만(체질량지수 ≥ 25)은 남.녀 각각 16.4%, 13.9%이고, 높은 수축기혈압군(≥ 120 mmHg)은 남.녀 각각 52%, 20.1%, 고콜레스테롤혈증(≥ 200 mg/dL)은 남.녀 각각 8.0%, 14.6%, 흡연자는 남학생 20.9%, 여학생 13.2%이었다.

오른쪽 상완-발목 맥파속도의 평균은 남학생 1027.8cm/sec이고, 여학생 951.7cm/sec 으로 남학생이 여학생보다 높았다($p<0.001$). 심혈관위험요인 사분위별 수준에 따라 상완-발목 맥파속도가 선형적으로 증가하는 것은 남.녀 모두에서 수축기혈압, 이완기혈압, 평균혈압이었고, 총콜레스테롤/HDL비는 남학생에게서만 증가하였다.

남학생에서 수축기혈압이 120mmHg 미만군에서 오른쪽 상완-발목 맥파속도가 982.4cm/sec에 비해 120mmHg 이상 높은군에서 1069.8cm/sec로 상완-발목 맥파속도가 더 높았으며($p<0.001$), 이완기혈압이 80mmHg 미만군보다 80mmHg 이상군 남학생에서 상완-발목 맥파속도가 높았으며($p<0.001$), 평균혈압 93mmHg 이상군, 심박수 90beat/min 이상군, 총콜레스테롤/HDL비도 4.0 이상군에서 상완-발목 맥파속도가 높았다. 여학생도 수축기혈압 120mmHg 이상군, 평균혈압 93mmHg 이상군, 심박수 90beat/min 이상군일 때 상완-발목 맥파속도가 더 높았으며, 총콜레스테롤/HDL비도 3.8 이상군에서 맥파속도가 높은 경향이 있었고($p=0.055$), 흡연 여학생에서 비흡연보다 상완-발목 맥파속도가 더 높은 경향이 있었다($p=0.059$).

오른쪽 상완-발목 맥파속도에 영향을 미치는 심혈관위험요인을 알기 위한 단순회귀분석에서 각 심혈관위험요인의 회귀계수는 남학생에서 수축기혈압이 5.6 ($p < 0.001$), 이완기혈압 8.7 ($p < 0.001$), 평균혈압 7.0 ($p < 0.001$), 심박수 2.1 ($p = 0.003$), HDL -1.6 ($p = 0.040$), 총콜레스테롤/HDL비는 31.5 ($p = 0.003$)이었고, 체질량지수는 낮은 사분위를 기준집단으로 볼때 가장 높은 사분위에서 음의 값을 가졌으나 ($p = 0.027$). 여학생은 수축기혈압 4.6 ($p < 0.001$), 이완기혈압 6.2 ($p < 0.001$), 평균혈압 6.2 ($p < 0.001$), 심박수 3.1 ($p = 0.002$), 공복혈당 3.2 ($p = 0.024$) 이었고, 여학생의 체질량지수는 단순회귀분석에서는 유의하지 않았다.

다중 회귀분석을 통해 상완-발목 맥파속도에 양의 관계로 영향을 미치는 심혈관위험요인은 남학생은 수축기혈압, 이완기혈압이었고, 여학생은 수축기혈압, 심박수, 그리고 하루 흡연량이 양의 관계로 영향을 미치고 있었다. 체질량지수는 남학생은 관련이 없었으며, 여학생에게서는 다중회귀분석에서 체질량지수가 낮은 사분위 집단에 비해 가장 높은 사분위 집단의 회귀계수는 음의 값을 가졌다 ($p = 0.019$). 체질량지수와 맥파속도의 관계는 향후 남학생 및 여학생 모두 더 많은 대상자에서 추가 연구가 필요하다.

결론적으로 오른쪽 상완-발목 맥파속도와 심혈관위험요인은 관련성이 있었는데, 남학생은 수축기혈압 및 이완기혈압과 여학생은 수축기혈압과 심박수 및 흡연량과 강한 관련성이 있었다. 그러므로 대부분은 건강하다고 생각되는 청소년 인구에 무증상 심혈관위험요인을 조기발견하고, 계속 관리할 뿐 아니라, 예방 및 건강증진 전략이 제시되고 실천되어야 할 것이다. 특히 청소년기 건강상태는 성인기 건강상태와 연속선상에 있으므로 그 중요성은 더욱 더 클 것이다.

본 연구는 우리나라 청소년의 심혈관위험요인과 혈관건강상태와의 연관성에 대한 연구가 드문 현시점에서 상완-발목 맥파속도를 이용하여 그 관계를 보았다 는 것에서 의의를 찾을 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

- 김삼수(역저). 맥파속도 컴앤드. 2004
- 금연운동협의회. <http://www.kash.or.kr> 2005
- 서 일. 심혈관질환의 예방과 관리-한국인 심혈관질환의 사망률과 이환율의 변화 (Chapter 3). 심혈관질환 예방 및 관리 연구회, 2003
- 신진호, 이 제, 임현길, 이방현, 김미경, 최보율. 한국 농촌 지역 인구집단에서 상완
족부간 맥파 속도와 좌심실 구조와의 관계. Korean Circulation J.
2005;35:683-689
- 김영권. 대사증후군 및 그 구성요소가 맥파속도에 미치는 영향. Korean J Med.
2005;68:140-148
- 주선영, 조기영, 조수진, 홍영미. 본태성 고혈압 청소년에서 pulse wave velocity와
ankle brachial index에 대한 연구. Korean Journal of Pediatrics.
2006;49(7):769-776
- 최경목, 이계원, 설혜경, 서지아, 오정현, 김신곤, 김난희, 백세현, 최동섭. 한국인
성인에서 대사증후군에 따른 상완-발목 맥파속도. J Kor Diabetes Assoc.
2004;28:36-44
- 통계청. 2002년 사망원인 통계결과. 2003
- Kim JW, Park CG, Hong SJ, Park SM, Rha SW, Seo HS, Oh DJ, Rho YM.
Acute and chronic effects of cigarette smoking on arterial stiffness.
Blood Press. 2005;14(2):80-85
- Ahimastos AA, Formosa M, Dart AM, Kingwell BA. Gender differences in
large artery stiffness pre-and post puberty. J Clin Endocrinol Metab.
2003;88:5375-5380
- Amar J, Ruidaets JB, Chamontin B, Drouet L, Ferrieres J. Arterial stiffness
and cardiovascular risk factors in a population-based study. J Hypertens

2001;19:381-387

American Heart Association. Heart and Stroke Statistics-2003 Update. Dallas, TX: American Heart Association. 2002

Asmar R: Assessment of arterial distensibility by automatic pulse wave velocity measurement; validation and clinical application studies. hypertension. 1995;26:485-490

Barry L, Waret, Marvin M. Lawrence S. Cohen. Genell J. et al., Yale University School of Medicine Heart Book; Yale Heart Book, Chapter 3 Cardiovascular Risk Factors. the www version. Last updated. 2002

Benetos A, Rudnichi A, Safar M, Guize L. Pulse pressure and cardiovascular mortality in normotensive and hypertensive subjects. Hypertension. 1998;32(3):560-564

Berenson GS, Wattigney WA, Tracy RE. Atherosclerosis of the aorta and coronary arteries and cardiovascular risk factors in persons aged 6 to 30 years and studied at necropsy(The Bogalusa Heart Study). Am J Cardiol. 1992;70:851 - 858

Blacher J, Guerin AP, Pannier B, Marchais SJ, Safar ME, London GM. Impact of aortic stiffness on survival in end-stage renal disease. Circulation. 1999;99:2434-2439

Blacher J, Safar ME. Large-artery stiffness, hypertension and cardiovascular risk in older patients. Nat Clin Pract Cardiovasc Med. 2005;2(9):450-455

Blacher J. Asmar R, Djane S, London GM, Safar ME. Aortic pulse wave velocity as a marker of cardiovascular risk in hypertensive patients. Hypertension. 1999;33:1111-1117

Bramwell JC, Hill AY. Velocity of transmission of the pulsewave and elasticity of arteries. Lancet. 1922;I:891 - 892

Chae CU, Pfeffer MA, Glynn RJ, Mitchell GF, Taylor JO, Hennekens CH. Increased pulse pressure and risk of heart failure in the elderly. JAMA.

1999;281:634-639

- Chobanian AV, Bakris GL, Black HR, Cushman WC, Green LA, Izzo JL, Jr, Jones DW, Materson BJ, Oparil S, Wright JT, Jr, Roccella EJ. The Seventh Report of the Joint National Committee on Prevention, Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Pressure: the JNC 7 report. *JAMA*. 2003;289:2560-2572
- Cohn JN. Vascular wall function as a risk marker for cardiovascular disease. *J Hypertens*. 1999; 17 (Suppl 5): S41 - S44.
- Collins AJ, Li S, Gilbertson DT, Liu J, Chen SC, Herzog CA. Chronic kidney disease and cardiovascular disease in the Medicare population. *Kidney Int Suppl*. 2003;S24-S31
- Dart A, Kingwell B. Pulse pressure—a review of mechanisms and clinical relevance. *J Am Coll Cardiol*. 2001;37:975-984
- Davis CL, Flickinger B, Moore D, Bassali R, Domel Baxter S, Yin Z. Prevalence of cardiovascular risk factors in schoolchildren in a rural Georgia community. *Am J Med Sci*. 2005;330(2):53-59
- Fagot-Campagna A, Pettitt DJ, Engelgau MM. Type 2 diabetes among North American children and adolescents: An epidemiologic review and a public health perspective. *J Pediatr*. 2000;136:664 - 672
- Forette F, Seux ML, Staessen JA, Thijs L, Birkenhager WH, Babar-skiene MR, Babeanu S, Bossini A, Gil-Extremera B, Girerd X, Laks T, Lilov E, Moisseiev V, Tuomilehto J, Vanhanen H, Webster J, Yodfat Y, Fagard R. Prevention of dementia in randomised double-blind placebo-controlled Systolic Hypertension in Europe(Syst-Eur) trial. *Lancet*. 1998;352:1347-1351
- Franklin SS, Larson MG, Khan SA, Wong ND, Leip FP, Kannel WB, Levy D. Does the relation of blood pressure to coronary heart disease risk change with aging? The Framingham Heart Study. *Circulation*. 2001;103:1245-

- Freedman DS, Dietz WH, Srinivasan SR. The relation of overweight to cardiovascular risk factors among children and adolescents: The Bogalusa Heart Study. *Pediatrics*. 1999;103:1175 - 1182
- Gamm LD, Hutchison LL, Dabney BJ. Rural Healthy People 2010: A Companion Document to Healthy People 2010. College Station, Texas: The Texas A&M University System Health Science Center. 2003
- Grundy SM, Brewer HB Jr, Cleeman JI, Smith SC Jr, Lenfant C; American Heart Association; National Heart, Lung, and Blood Institute. Definition of metabolic syndrome: Report of the National Heart, Lung, and Blood Institute/American Heart Association conference on scientific issues related to definition. *Circulation*. 2004;27:109(3):433-438
- Guerin AP, Blacher J, Pannier B, Marchais SJ, Safar ME, London GM. Impact of aortic stiffness attenuation on survival of patients in end-stage renal failure. *Circulation*. 2001;103(7):987-992
- Jee SH, Suh I, Kim IS, Apple L.J. Smoking and Atherosclerotic Cardiovascular Disease in men With Low Levels of Serum Cholesterol. *JAMA* 1999; 282:2149-2155
- Johnson CP, Baugh R, Wilson CA, Burns J. Age related changes in the tunica media of the vertebral artery: implications for the assessment of vessels injured by trauma. *J Clin Pathol*. 2001;54:139-145
- Kostis J, Lawrence-Nelson J, Ranjan R, Wilson A, Kostis W, Lacy C. Association of increased pulse pressure with the development of heart failure in SHEP. *Am J Hypertens*. 2001;14:798-803
- Kubo T, Miyata M, Minagoe S, Setoyama S, Maruyama I, Tei C: A simple oscillometric technique for determining new indices of arterial distensibility. *Hypertes Res*. 2002;5:351-358
- Lakatta EG, Levy D. Arterial and cardiac aging: major shareholders in

- cardiovascular disease enterprises: Part I: aging arteries: a "set up" for vascular disease. *Circulation*. 2003;107:139-146
- Lantelme P, Mestre C, Lievre M, Gressard A, Milon H. Heart rate: an important confounder of pulse wave velocity assessment. *Hypertension*. 2002;39(6):1083-1087
- Laurent S, Boutouyrie P, Asmar R, Gautier I, Laloux B, Guize L, ducimetiere P, Benetos A. Aortic stiffness is an independent predictor of all-cause and cardiovascular mortality in hypertensive patients. *Hypertension*. 2001;37:1236-1241
- Lehmann ED, Riley WA, Clarkson P, Gosling RG. Non-invasive assessment of cardiovascular disease in diabetes mellitus. *Lancet* 1997;SI14-19
- Li B, Gao H, Li X, Liu Y, Wang M. Correlation between brachial-ankle pulse wave velocity and arterial compliance and cardiovascular risk factors in elderly patients with arteriosclerosis. *Hypertens Res*. 2006;29(5):309-314
- London GM, Guerin AP, Pannier B, Marchais SJ, Stimpel M. Influence of sex on arterial hemodynamics and blood pressure, Role of body height. *Hypertension*. 1995;26:514-519
- Meaume S, Benetos A, Henry OF, Rudnichi A, Safar ME. Aortic pulse wave velocity predicts cardiovascular mortality in subjects >70 years of age. *Arterioscler Thromb Vasc Biol*. 2001;21(12):2046-2050
- Mitchell GF, Lacourciere Y, Ouellet JP, Izzo JL, Jr., Neutel J, Kerwin LJ, Block AJ, Pfeffer MA. Determinants of elevated pulse pressure in middle-aged and older subjects with uncomplicated systolic hypertension: the role of proximal aortic diameter and the aortic pressure-flow relationship. *Circulation*. 2003;108:1592-1598
- Munakata M, Ito N, Nunokawa T, Yoshinaga K. Related Utility of automated brachial ankle pulse wave velocity measurements in hypertensive patients. *Am J Hypertens*. 2003;16(8):653-657

- Nagai Y, Metter EJ, Earley CJ, Kemper MK, Becker LC, Lakatta EG, Fleg JL. Increased carotid artery intimal-medial thickness in asymptomatic older subjects with exercise-induced myocardial ischemia. *Circulation*. 1998;98:1504-1509
- Nakamura U, Iwase M, Nohara S, Kanai H, Ichikawa K, Iida M. Usefulness of brachial-ankle pulse wave velocity measurement: correlation with abdominal aortic calcification. *Hypertens Res*. 2003;26(2):163-167
- Nakao M, Nomura K, Karita K, Nishikitani M, Yano E. Relationship between brachial-ankle pulse wave velocity and heart rate variability in young Japanese men. *Hypertens Res*. 2004;27(12):925-931
- Niboshi A, Hamaoka K, Sakata K, Inoue F. Characteristics of brachial-ankle pulse wave velocity in Japanese children. *Eur J Pediatr*. 2006;165(9):625-629
- Ohnishi H, Saitoh S, Takagi S, Ohata J, Isobe T, Kikuchi Y, Takeuchi H, Shimamoto K. Pulse wave velocity as an indicator of atherosclerosis in impaired fasting glucose: the Tanno and Sobetsu study. *Diabetes Care*. 2003;26(2):437-440
- O'Leary DH, Polak JF, Kronmal RA, Manolio TA, Burke GL, Wolfson SK, Jr. Carotid-artery intima and media thickness as a risk factor for myocardial infarction and stroke in older adults. *N Engl J Med*. 1999;340:14-22
- Oren A, Vos LE, Uiterwaal CS, Gorissen WH, Gobbee DE, Bots ML, Adolescent blood pressure does not predict aortic stiffness in healthy young adults. The Atherosclerosis Risk in Young Adults(ARYA) study, *J Hypertens*. 2003;21(2):321-326
- Pearson TA, Blair SN, Daniels SR, Eckel RH, Fair JM, Fortmann SP, Franklin BA, Goldstein LB, Greenland P, Grundy SM, Hong Y, Miller NH, Lauer RM, Ockene IS, Sacco RL, Sallis JF Jr, Smith SC Jr, Stone NJ, Taubert

- KA. AHA Guidelines for Primary Prevention of Cardiovascular Disease and Stroke: 2002 Update: Consensus Panel Guide to Comprehensive Risk Reduction for Adult Patients Without Coronary or Other Atherosclerotic Vascular Diseases. American Heart Association Science Advisory and Coordinating Committee. *Circulation*. 2002;106(3):388-391
- Rosner B. *Fundamentals of Biostatistics* 5th edition, 2004
- Safar ME, Blacher J, Mourad JJ, London GM Stiffness of carotid artery wall material and blood pressure in humans: application to antihypertensive therapy and stroke prevention. *Stroke*. 2000;31:782 - 790
- Schiffrin EL. Vascular stiffening and arterial compliance. Implications for systolic blood pressure. *Am J Hypertens*. 2004;17(12):39S-48S
- Scuteri A, Najjar SS, Muller DC, Andres R, Hougaku H, Metter EJ, Lakatta EG. Metabolic syndrome amplifies the age-associated increases in vascular thickness and stiffness. *J Am Coll Cardiol*. 2004;43:1388-1395
- Shoji T, Emoto M, Shinohara K, Kakiya R, Tsujimoto Y, Kishimoto H, Ishimura E, Tabata T, Nishizawa Y, Diabetes melitus, aortic stiffness, and cardiovascular mortality in end-stage renal disease. *J Am Soc Nephro*. 2001(12);2117-2124
- Siervogel RM, Wisemandle W, Maynard LM. Lifetime overweight status in relation to serial changes in body composition and risk factors for cardiovascular disease: The Fels Longitudinal Study. *Obes Res*. 2000; 8:422 - 430
- Sinaiko AR, Donahue RP, Jacobs DR. Relation of weight and rate of increase in weight during childhood and adolescence to body size, blood pressure, fasting insulin, and lipids in young adults. *Circulation*. 1999;99:1471 - 1476
- Strauss RS, Pollack HA. Epidemic increase in childhood overweight, 1986-1998. *JAMA*. 2001;286:2845 - 2848
- Vaccarino V, Berger A, Abramson J, Black H, Setaro J, Davey J, Krumholz H.

- Pulse pressure and risk of cardiovascular events in the systolic hypertension in the elderly program. *Am J Cardiol.* 2001;88:980-986
- Van Popele NM, Gobbee DE, Bots ML, asmar R, Topouchian J, Reneman RS, Hocks AP, van der Kuip DA, Hofman A, Witteman JC: Association between arterial stiffness and atherosclerosis: the rotterdam Study. *Stroke.* 2001;32:454-460
- Wada T, Kodaira K, Fujishiro K, Maie K, Tsukiyama E, Fukumoto T, Uchida T, Yamazaki S. Correlation of ultrasound-measured common carotid artery stiffness with pathological findings. *Arterioscler Thromb.* 1994 ;14(3):479-482
- Watanabe M, Sawai T, Nagura H, Suyama K. Age-related alteration of cross-linking amino acids of elastin in human aorta. *Tohoku J Exp Med.* 1996;180(2):115-130
- Wolinsky H, Glagov S. Comparison of abdominal and thoracic aortic medial structure in mammals. Deviation of man from the usual pattern. *Circ Res.* 1969;25:677-686
- Wolinsky H, Glagov S. Structural basis for the static mechanical prop-erties of the aortic media. *Circ Res.* 1964;14:400-413
- Woodman RJ, Watts GF. Measurement and application of arterial stiffness in clinical research: focus on new methodologies and diabetes mellitus. *Med Sci Monit.* 2003;9(5):RA81-89
- Yamashina A, Tomiyama H, Takeda K, Tsuda H, Arai T, Hirose K, Koji Y, Hori S, Yamamoto Y. Validity, reproducibility, and clinical significance of noninvasive brachial-ankle pulse wave velocity measurement. *Hypertens Res.* 2002;25(3):359-364
- Young-Hyman D, Schlundt DG, Herman L, et al. Evaluation of the insulin resistance syndrome in 5 to 10 year old overweight/obese African-American children. *Diabetes Care.* 2001;24:1359 - 1364

Zieman SJ, Melenovsky V, Kass DA. Mechanisms, pathophysiology, and therapy of arterial stiffness. *Arterioscler Thromb Vasc Biol.* 2005;25(5):932-943

Zureik M, Bureau JM, Temmar M, Adamopoulos C, Courbon D, Bean K, Touboul PJ, Benetos A, Ducimetiere P. Echogenic carotid plaques are associated with aortic arterial stiffness in subjects with subclinical carotid atherosclerosis. *Hypertension.* 2003;41(3):519-527

ABSTRACT

Association of Brachial–Ankle Pulse Wave Velocity with Cardiovascular Risk Factors in Adolescents in Seoul

Lee, Hee Woo M.D.
Dept. of Public Health
The Graduate School
Yonsei University

The purpose of this paper was to investigate the association of Right brachial-ankle Pulse Wave Velocity(RbaPWV, cm/sec), which is a predictor of arterial stiffness, with cardiovascular(CVD) risk factors in adolescents in Seoul.

The data were collected from total 369(male 225, female 144) students, the first year of 3 high schools, who received physical examination according to School Health Law in 2005 by Seoul School Health Promotion Center. They checked oscillometric blood pressure of right brachium, and RbaPWV by using V-1000 Colin Ltd.

The measured variables were RbaPWV(cm/sec), and traditional CVD risk factors including body masss index(BMI, kg/m^2), systolic, diastolic, and mean arterial blood pressure(SBP, DBP, MAP mmHg), heart rate(beat/min), total cholesterol(TC, mg/dL), high density lipoprotein-cholesterol(HDL, mg/dL), TC/HDL ratio, triglyceride(TG, mg/dL), fasting blood glucose(FBG, mg/dL), and cigarettes smoked/day.

Analytic method was first to describe means and prevalence of CVD risk factors, secondly to investigate the association of the RbaPWV with CVD risk factors by using anova and simple regression, and finally by multiple regression after adjusting for selective CVD risk factors.

The results were as follows;

First, the mean age of subject was 15.2 year. Means of SBP in male was 121.2mmHg and higher than 111.0mmHg of female($p<0.001$), and those of DBP and MAP were also higher in male($p<0.001$). However, in female, mean of heart rate($p=0.002$), TC, and HDL($p<0.001$) were higher than male. The prevalence of obesity($BMI\geq 25$) were 16.4% vs 13.9%, SBP(≥ 120 mmHg) 52% vs 20.1%, TC(≥ 200 mg/dL) 8.9% vs 14.6%, and smoker 20.9% vs 13.2% in male vs female, respectively.

Secondly, mean of RbaPWV in male was 1027.8cm/sec, and higher than 951.7cm/sec of female($p<0.001$).

Thirdly, in high risk group(SBP ≥ 120 mmHg, DBP ≥ 80 mmHg, MAP ≥ 93 mmHg, heart rate ≥ 90 beat/min, and TC/HDL ≥ 4.0 or 3.8) in both of male and female students, RbaPWV(cm/sec) were higher than those of normal group respectively.

Fourthly, in simple regression to assess association of RbaPWV with the CVD risk factors, statistically significant parameters in male were SBP 5.6($p<0.001$), DBP 8.7($p<0.001$), MAP 7.0($p<0.001$), heart rate 2.14($p=0.03$), HDL -1.59($p=0.04$), and TC/HDL ratio 31.5($p=0.003$), and in female, SBP 4.6($p<0.001$) DBP 6.2($p<0.001$), MAP 6.2($p<0.001$) and heart rate 3.1($p=0.002$), and fasting blood sugar 3.2($p=0.02$).

Fifthly, in multiple regression, the impact of CVD risk factors on RbaPWV(cm/sec) were SBP($p=0.002$) DBP($p<0.001$) in male, but in female, only SBP($p<0.001$), and heart rate($p=0.026$) and cigarettes smoked per day($p=0.033$) were also significant,

In conclusion, impact of CVD risk factors on RbaPWV was SBP and DBP in male gender, but SBP, heart rate per min, and cigarettes smoked per day in female, were significant. RbaPWV can be indicator of arterial stiffness even in adolescents, especially to early detect arterial stiffness in asymptomatic ones. Therefore, to prevent CVD and early detect CVD risk factors, school health promotion strategy is necessary since adolescents.

Key words: Adolescents, brachial-ankle Pulse Wave Velocity, RbaPWV, CVD Risk Factors

부 록

Table S-1. Study subjects and The others n(%)

Category	Sample	The others	Total
Students among 3 High Schools	369 (36.2)	650 (63.8)	1,019 (100)
Male	225 (35.0)	417 (65.0)	642 (100)
Female	144 (38.2)	233 (61.8)	377 (100)

Table S-2. Description of CVD Risk Factors Between Study Sample and The others among 3 High Schools

CVD risk factors	Mean±SD		p-value
Male	Sample (n=225)	The others (n=417)	
BMI (kg/m ²)	21.7 ± 4.2	22.1 ± 4.1	0.297
TC(mg/dL)	158.8 ± 28.7	156.4 ± 25.2	0.300
HDL(mg/dL)	54.3 ± 11.4	53.5 ± 10.4	0.352
TC/HDL ratio	3.0 ± 0.8	3.0 ± 0.7	0.717
Triglyceride(mg/dL)	96.9 ± 43.2	100.5 ± 45.3	0.320
FBG(mg/dL)	82.8 ± 13.7	80.7 ± 11.6	0.047
Female	Sample(n=144)	The others (n=233)	
BMI (kg/m ²)	21.4 ± 3.6	21.3 ± 3.1	0.631
TC(mg/dL)	174.1 ± 27.6	171.9 ± 26.0	0.445
HDL(mg/dL)	60.7 ± 12.4	62.2 ± 13.0	0.277
TC/HDL ratio	3.0 ± 0.6	3.1 ± 1.4	0.854
Triglyceride(mg/dL)	92.3 ± 29.1	100.9 ± 37.2	0.012
FBG(mg/dL)	79.4 ± 6.4	81.3 ± 6.0	0.003

Abbreviation of variables in Table 1.

Table S-3. Distribution of Right brachial-ankle PWV(cm/sec) by Gender

Category	Male (n=225)	Female(n=144)	p-value
Mean±SD	1027.8 ±130.3	951.7 ±106.4	0.001
0 percentile	719.0	674.0	
1 percentile	766.0	724.0	
5 percentile	844.0	773.0	
10 percentile	869.0	816.0	
25 percentile	942.0	883.0	
50 percentile	1011.0	949.5	
75 percentile	1114.0	1023.0	
90 percentile	1216.0	1090.0	
95 percentile	1259.0	1127.0	
99 percentile	1326.0	1181.0	
100 percentile	1524.0	1259.0	

Table S-4. Comparison of RbaPWV(cm/sec) between High CVD Risk and Normal group according to 95 percentile of Each Factor

CVD risk factors	Male(n=225)				Female(n=144)			
	Criteria	n	Means ± SD	p-value	Criteria	n	Means ± SD	p-value
BMI(kg/m ²)	<30.6	213	1026.6 ± 128.7	0.556	<27.6	136	952.0 ± 106.1	0.916
	≥30.6	12	1049.4 ± 160.4		≥27.6	8	947.9 ± 120.1	
SBP(mmHg)	<143	213	1018.0 ± 124.7	<0.001	<128	133	947.2 ± 107.2	0.049
	≥143	12	1201.1 ± 103.9		≥128	9	1019.2 ± 68.4	
DBP(mmHg)	<79	209	1015.0 ± 123.0	<0.001	<73	128	947.5 ± 108.6	0.229
	≥79	15	1195.3 ± 112.4		≥73	11	987.9 ± 73.8	
MAP(mmHg)	<101	211	1019.2 ± 124.6	0.0002	<95	130	946.1 ± 107.3	0.049
	≥101	13	1156.2 ± 154.3		≥95	9	1018.2 ± 69.4	
Heart Rate (beat/min)	<96	212	1024.6 ± 131.7	0.130	<91	133	946.5 ± 103.8	0.025
	≥96	13	1081.0 ± 93.5		≥91	9	1028.4 ± 121.5	
TC(mg/dL)	<212	213	1026.6 ± 131.4	0.541	<230	134	951.8 ± 107.9	0.962
	≥212	12	1050.3 ± 110.9		≥230	8	950.0 ± 82.6	
HDL(mg/dL)*	>37.6	213	1026.9 ± 129.9	0.646	>42	134	950.5 ± 105.0	0.565
	≤37.6	12	1044.7 ± 141.8		≤42	8	972.9 ± 134.4	
TC/HDL ratio	<4.79	213	1025.4 ± 132.1	0.251	<3.89	134	949.1 ± 105.0	0.233
	≥4.79	12	1069.9 ± 85.3		≥3.89	8	995.5 ± 128.7	
TG	<192	213	1029.6 ± 130.5	0.391	<138	134	929.9 ± 107.2	0.105
	≥192	12	996.3 ± 128.6		≥138	8	1011.0 ± 74.8	
FBG	<93	208	1027.6 ± 132.4	0.929	<89	132	947.1 ± 104.1	0.057
	93≥	17	1030.5 ± 103.9		≥89	10	1013.4 ± 123.1	

Abbreviation of variables in Table 1.

*High Risk Group is ≤5 percentile of HDL