

## 제 47회 전국과학전람회

# 줄다리기의 지혜

출품분야	학 생	출품부문	물 리
------	-----	------	-----

2001. 8.

시·도	학 교 (소 속)	학 년 (직 위)	성 명
서울특별시	상경중학교	3학년	이 하 늘
지도교사	상경중학교	교 사	서 현 주

## < 차 례 >

I. 동 기 .....	3
II. 이론적 배경 .....	3
1. 우리나라 줄다리기의 기원과 역사 .....	3
가. 유 래 .....	3
나. 형 태 .....	3
다. 연 혁 .....	4
2. 줄다리기의 물리적 분석 .....	4
가. 쌍으로 작용하는 힘 .....	4
나. 물체를 당기는 힘 .....	4
다. 사람이 당기는 힘 .....	4
III. 내 용 .....	5
[실험 1] 자유로운 자세의 줄다리기 시합을 이용한 연구 .....	5
[실험 2] 사람 모형을 이용한 실험 .....	6
가. 여러 가지 요인 .....	6
나. 실험도구 제작 .....	6
다. 연구내용 .....	7
[실험 3] 사람을 이용한 실험 .....	7
가. 대 상 .....	7
나. 실험도구 제작 .....	7
다. 연구내용 .....	7
[실험 4] 정해진 자세의 줄다리기 시합을 이용한 연구 .....	7
가. 대상학급 .....	7
나. 실시방법 .....	7
다. 연구내용 .....	8
IV. 실험 및 결과 .....	8
[실험 1] 자유로운 자세의 줄다리기 시합을 이용한 연구 .....	8
가. 각 반 키와 몸무게 평균 .....	8
나. 대진표 및 결과 .....	9
다. 경기장면의 예 .....	9
[실험 2] 사람 모형을 이용한 실험 .....	10
가. 같은 조건에서 몸무게가 다를 때 .....	10
나. 같은 자세에서 발바닥과 지면사이에 작용하는 마찰력이 다를 때 .....	10
다. 미끄러지지 않으며 당기는 자세가 다를 때 .....	11
[실험 3] 사람을 이용한 실험 .....	12
가. 실험방법 .....	12
나. 결 과 .....	13
다. 자세별 당기는 힘의 순위 .....	13
[실험 4] 정해진 자세의 줄다리기 시합을 이용한 연구 .....	13
가. 시합 결과 .....	13
나. 설문지 결과 .....	15
※ 자유로운 자세로 줄다리기할 때 취하는 자세 분석 .....	17
V. 결과 분석 .....	17
[실험 1] 자유로운 자세의 줄다리기 시합을 이용한 연구 .....	17
[실험 2] 사람 모형을 이용한 실험 .....	17
가. 같은 조건에서 몸무게가 다를 때 .....	17
나. 같은 자세에서 발바닥과 지면사이에 작용하는 마찰력이 다를 때 .....	17
다. 미끄러지지 않으며 당기는 자세가 다를 때 .....	17
[실험 3] 사람을 이용한 실험 .....	17
[실험 4] 정해진 자세의 줄다리기 시합을 이용한 연구 .....	18
가. 시합 결과 .....	18
나. 설문지 결과 .....	18
VI. 결 론 .....	18
[첨부 1] 3학년 신체검사표의 예	
[첨부 2] 설문지	
[첨부 3] 반별 설문조사 결과의 예	

# I. 동 기

우리는 체육대회나 운동회 때 반 별로 줄다리기를 많이 한다. 줄다리기는 같은 인원수로 하며 반별로 각기 다른 자세로 하게되는데 우리는 보통 “영차 영차”라는 구호를 붙이며 무릎과 허리를 굽힌 상태에서 몸을 움직여 줄을 당기거나, 몸을 옆으로 누여 당기는 것이 일반적이다. 그러나 각 반에 따라 담임선생님께서 색다른 자세로 줄다리기를 하라 하시는데 생각 외로 몸을 일자로 하여 뒤로 누운채 가만이 줄을 당기고 있는 반이 승리를 하였고 줄다리기 시합 후 특정 부분의 근육이 아프다고 하는 친구, 아프지 않다는 친구가 있다. 그럼 줄다리기에서도 어떠한 요령이 있는 것은 아닐까? 하여 여러 가지 실험을 통하여 줄다리기에서 이길 수 있는 지혜를 찾아보고자 하였다.

## II. 이론적 배경

### 1. 우리나라 줄다리기의 기원과 역사

#### 가. 유 래

- 1) 줄다리기는 주로 벼농사를 짓는 지방에서 풍작을 기원하는 제천의식에서 기원되었다.
- 2) 최근 충북 옥천에서 발굴된 법씨가 16,000년 전의 것이라고 하니 한반도에서 벼농사는 구석기시대부터 있었으리라고 추측되나, 줄다리기가 그 시대에도 행해졌는지는 알 수 없다.
- 3) 다만, 중국의 문헌에 수나라, 당나라시대인 6세기경부터 줄다리기가 등장하고 있는데 이를 유추해볼 때 우리나라도 같은 시기인 삼국시대쯤 줄다리기가 있었지 않았나 추상해 볼 수 있겠다.
- 4) 줄다리기가 벼농사와 밀접한 관계가 있고 벼농사는 동남아에서 먼저 시작된 점을 고려할 때 북방문화인 중국문화의 영향보다는 남방문화의 영향을 받았을 것으로 추정되며, 따라서 줄다리기의 중국 유입설보다는 한반도에서 자생하였다고 보여지며, 우리나라와 이집트에서 줄다리기가 기원되었다는 견해도 있다 한다.

#### 나. 형 태

- 1) 농사의 풍요를 기원하고 추수를 감사하는 제전의 성격을 띠는 마을축제 형태로 정월대보름, 단오절, 백중절, 한가위 등 1년 중 벼농사와 관련한 중요한 절기에 행해짐.
- 2) 농사의 풍요뿐만 아니라 마을의 남녀 노소가 한데 어울려 동질감과 향토애를 다지고 마을 공동체의 단합과 원활한 운명을 도모하며 농사에 지친 몸과 마음에 새로운 활력소를 불어 넣어주는 민중오락으로 행해짐.

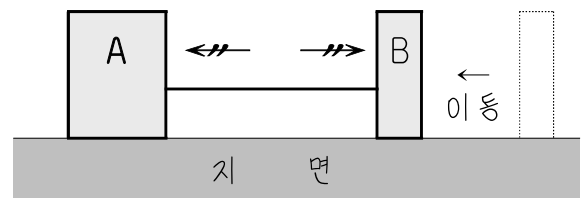
## 다. 연 혁

- 1) 일제치하에서 단결과 협동심을 키우고 민족의식을 고취한다는 이유로 우리의 줄다리기는 금지당했는데 이로 인해서 극심한 침체에 빠졌으며, 해방후 학교운동회나 직장체육대회에 뒷풀이 정도로 명맥을 유지해 왔으나, 정부의 민속경기 활성화 방침에 따라 최근 들어서 1회성 이벤트가 아니라 직장동호회 결성 등 생활스포츠로 확산되고 있는 추세임.
- 2) 우리의 줄다리기를 억압했던 일본은 현재 5,000개 이상의 클럽이 있다하며, 전국 규모의 대회 4개와 각 지방자치단체별로 개최하는 크고 작은 대회가 수없이 많아서 년 중 끊임없이 줄다리기대회가 이어지고 아시아 최강은 물론 국제 강국대열에 들어있다. 줄다리기는 마쓰리와 함께 일본의 저력을 형성하고 있다고 하겠는데, 단결과 협동, 공동체의를 고취시키는 줄다리기는 집단주의의 가장 일본적인 스포츠라고 할 수 있겠다.

## 2. 줄다리기의 물리적 분석

### 가. 쌍으로 작용하는 힘

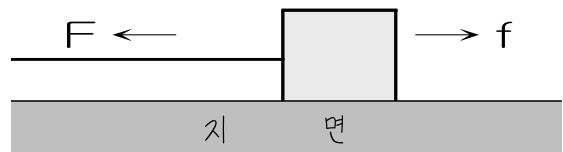
오른쪽 그림과 같이 무게가 서로 다른 두 물체 A,B가 서로 끌어당긴다고 했을 때, 무게가 작은 물체 B가 더 큰 힘으로 잡아 당기더라도 당기는 힘에 관계없이 줄에 작용하는 장력은



서로 같(쌍으로 작용하는 힘)으므로 무조건 무게가 작은 물체가 큰 물체 쪽으로 이동할 것이다.

### 나. 물체를 당기는 힘

물체를 끌어당기기 위한 힘( $F$ )은 물체와 지면 사이에 작용하는 마찰력( $f$ )과 관계 있으며, 마찰력( $f$ )보다 커야한다.



마찰은 물체의 무게, 표면의 재질, 표면의 거칠기에 따라 다르다.

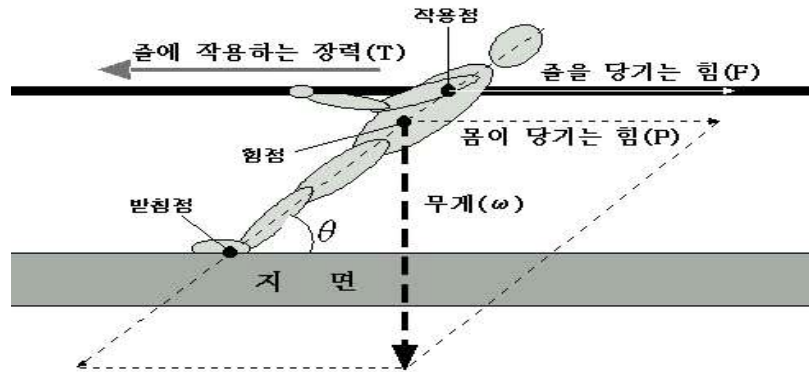
## 다. 사람이 당기는 힘

사람은 고정된 물체와는 달리 같은 몸무게라도 자세에 따라 당기는 힘이 다를 것이다.

아래 그림과 같이 몸을 곧게 펴고 뒤로 누어 줄을 당기는 모형을 생각해 보자. 이러한 모형은 오직 물리적으로만이 해석될 수 있다. 줄을 잡아당길 때의 사람의 무게( $\omega$ )는 변하지 않으며, 당기는 힘( $F$ )은 줄에 작용하는 장력( $T$ )과 같고, 몸

이 당기는 힘(P)에 비례한다.

당기는 힘(P)은 오직 사람 몸의 상태에 의존하게 되며 사람의 몸과 표면과의 각도( $\theta$ )에 따라 달라진다 할 수 있다. 당기는 힘( $P = \omega \tan\theta$ )은 사람이 똑바로 서 있을 경우( $\theta=90^\circ$ )에 0 이 되며, 지면과 몸이 이루는 각( $\theta$ )이 0. 가 될 때 최대(무한대)가 되나, 뒤로 누울 수 있는 각도에는 한계가 있다.



그럼 사람이 당기는 힘을 최대로 하기 위해서는 위의 내용을 종합해 보면 다음과 같다.

- 1) 미끄러지거나 끌려가지 않기 위해 지면과 신발 사이의 마찰을 최대로 한다.
- 2) 당기는 힘을 크게 하기 위해 뒤로 눕는 각도( $\theta$ )를 최대한 작게 한다.
- 3) 그림과 같이 당기는 힘은 지레(3종 지레)의 원리와 같으므로 몸무게의 중심이라 할 수 있는 힘점의 위치를 작용점 쪽으로 최대한 가까이 할 수 있는 자세를 취해야 한다.
- 4) 줄다리를 하는 동안 에너지의 소모가 적고 힘을 덜 들이며 바른 자세를 유지할 수 있는 자세를 취해야 한다.

### Ⅲ. 내 용

줄다리는 당기는 힘이 강해야 이길 수 있다. 그러면 당기는 힘은 무엇과 관계가 있을까? 그리고 줄다리를 하면 힘이 들고 몸의 일부 근육에 통증이 온다. 그럼 편한 자세로 큰 힘을 낼 수 있는 방법은 무엇일까? 이런 몇 가지 요인에 대해 실제 줄다리를 한 결과와 사람 및 모형을 직접 제작하여 실험을 통해 알아보고 줄다리기의 힘의 정도 및 몸의 통증을 설문지를 통해 알아보았다.

#### [실험 1] 자유로운 자세의 줄다리기를 이용한 연구

: 이웃(창북중)학교 가을 체육대회(2000. 10. 28) 3학년 12개 반 분석  
가. 각 반의 대진표와 줄다리기를 사진 촬영 및 결과 기록

나. 각 반 학생의 키, 몸무게, 가슴둘레, 앉은키 조사

[첨부1] 참조- 3학년 신체검사표

다. 각 반의 줄다리기 성적과 신체 조건과의 관계 분석

## [실험 2] 사람 모형을 이용한 실험

### 가. 여러 가지 요인

- 1) 몸무게 : 같은 조건에서 몸무게가 달라질 때 당기는 힘과의 관계
- 2) 신 발 : 지면과 몸을 지탱할 수 있는 신발사이에 작용하는 마찰력과 당기는 힘과의 관계
- 3) 자 세 : 줄을 당기는 자세와 당기는 힘과의 관계
  - ㉠ 무릎을 구부렸을 때
  - ㉡ 허리와 무릎을 구부렸을 때
  - ㉢ 허리를 구부렸을 때
  - ㉣ 몸을 곧게 폈을 때
  - ㉤ 다리를 펴고 배를 내밀었을 때

### 나. 실험도구 제작

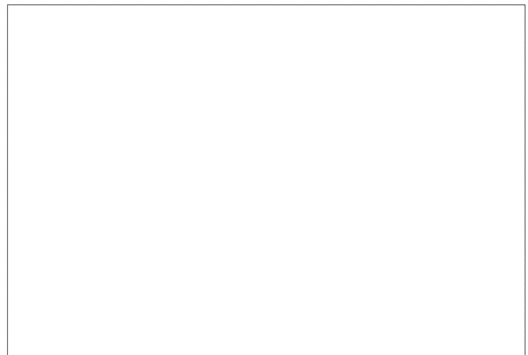
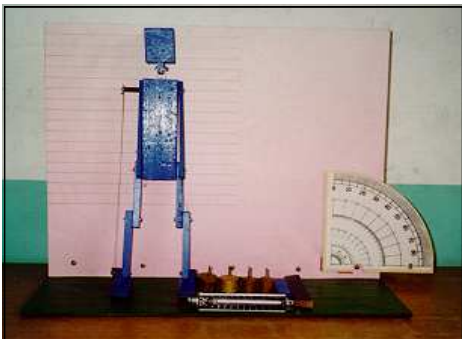
#### 1) 사람모형

- ㉠ 줄다리기할 때 가장 많이 구부러질 수 있는 부분( 머리, 어깨, 허리, 무릎, 발목 )을 구부릴 수 있도록 사람 모형을 만든다.
- ㉡ 지레의 원리를 적용하여 발목관절을 받침점, 줄을 당기는 어깨를 작용점으로 하고, 그 두 지점을 연결하여 굽는 각도를 측정할 수 있도록 만든다.

#### 2) 측정도구

- ㉠ 용수철저울을 이용하여 당기는 힘을 측정한다.
- ㉡ 굽는 각도를 측정하기 위해 각도기를 부착한다.
- ㉢ 당기는 줄이 수평한지를 알 수 있도록 평행선을 긋는다.

### [사진Ⅲ-2-①] 사람모형 및 측정도구



## 다. 연구내용

- 1) 줄을 용수철 저울에 연결하여 당기는 힘을 측정한다.
- 2) 당기는 줄은 지면과 평행이 되도록 한다.
- 3) 발 밑바닥과 지면 사이에 작용하는 마찰력이 다르도록 하여 최대 뒤로 누울 수 있는 각도를 측정하여 비교한다.
- 4) 사람 모형의 자세를 달리하며 발목관절을 작용점, 줄을 당기는 어깨를 힘점이라 하고, 그 거리와 얹는 각도에 따라 당기는 힘은 얼마인지 측정하여 비교한다.

## [실험 3] 사람을 이용한 실험

### 가. 대 상

: 5명 (우리반 친구 중 키, 몸무게 등 신체조건이 다른 학생)

### 나. 실험도구 제작

- 1) 당기는 힘을 측정하기 위해 가정에서 사용하는 체중계를 이용한다.
- 2) 체중계를 단단한 기둥에 묶을 수 있도록 한다.
- 3) 기둥에 묶인 체중계에 당기는 힘이 전달될 수 있도록 로프를 연결한다.

[사진 Ⅲ-3-①] 측정도구



## 다. 연구내용

: 여러 자세(모형실험에서와 같이)에서 최대한 힘을 써 당겼을 때의 당기는 힘을 측정한다.

## [실험 4] 정해진 자세의 줄다리기 시합을 이용한 연구

### 가. 대상학급

: 창북(남)중 2학년 5개 학급 - 체육선생님(이강한)의 도움을 받아 실시.

### 나. 실시방법

- 1) 1 개반을 2개조로 편성( A조-홀수번호, B조-짝수번호 )
- 2) A조와 B조를 각기 다른 자세로 하게 하여 줄다리를 하도록 한다.
- 3) 줄다리기는 30초 3회전(무조건)으로 하며, 시합하는 장면을 사진 찍고, 스코

어 및 승패를 기록해 놓는다.

반	반		반		반		반		반		반	반	반	반	반
조	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	자세				
자세	①	①	①	②	③	④	④	⑤	①	②					
스코어											스코어				

〈주의〉 학생들이 주어진 자세를 정확히 지킬 수 있도록 하고, 최선을 다해 힘을 쓸 수 있도록 선생님께서 지도하신다.

4) 줄다리기를 하고 3일 정도 후 학생에게 설문지를 작성(빠짐없이 기록, 특히 몸무게는 정확하게 기록)하도록 하고 수합한다. [첨부2] 참조- 설문지

5) 가장 성적이 좋은 자세를 골라 몸무게가 더 큰 조 또는 반과 줄다리기를 하게 하여 스코어를 기록하고 설문지를 작성 수합한다.

#### 다. 연구내용

- 1) 각반의 A, B조의 몸무게 평균과 자세에 따른 승패를 분석한다.
- 2) 성적이 가장 좋은 자세를 찾아내 자유롭게 또는 다른 자세를 취한 조 또는 반과 줄다리기를 하고 결과를 분석한다.
- 3) 설문지를 통해 자세에 따른 힘든 정도와 통증부위, 통증기간 등을 비교 분석한다.
- 4) 모든 내용을 비교 분석하여 가장 좋은 줄다리기 자세를 알아본다.

## IV. 실험 및 결과

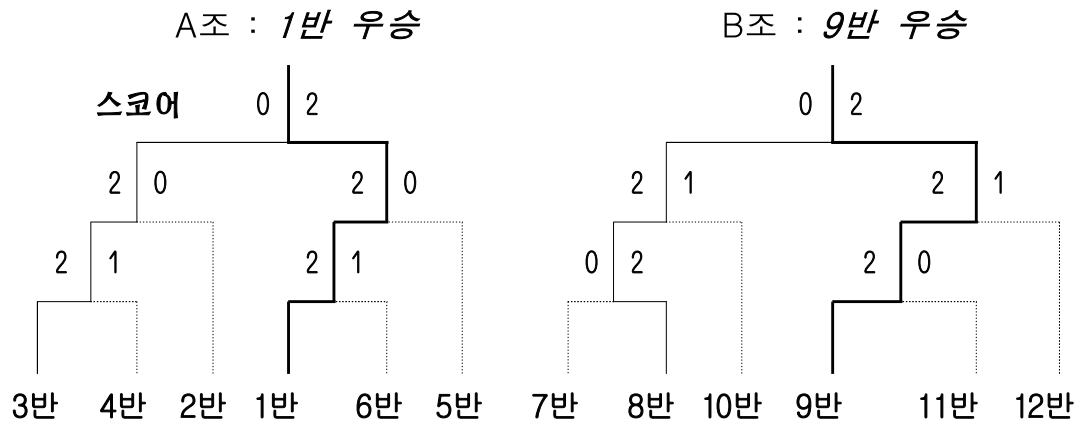
### [실험 1] 자유로운 자세의 줄다리기 시합을 이용한 연구

가. 각 반 키와 몸무게 평균

조편성	A 조						B 조					
반	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
인원수(명)	37	33	35	35	35	35	35	35	34	35	35	35
키(cm)	166.39	166.34	165.53	165.64	166.69	166.41	168.73	169.02	169.17	168.56	167.49	168.01
몸무게(kg · f)	59.39	56.48	57.31	56.98	57.80	56.02	59.41	60.65	60.79	59.32	57.25	58.77
가슴둘레(cm)	80.72	78.36	80.60	79.57	80.62	79.94	80.59	81.33	81.65	80.87	80.44	79.81
앞은키(cm)	87.80	88.08	88.24	86.98	88.13	87.48	89.72	89.38	89.02	89.01	88.63	89.38



## 나. 대진표 및 결과



## 다. 경기장면의 예

1) 3반 대 4반 [사진Ⅳ-1-①]



2) 1반 대 6반 [사진Ⅳ-1-②]



3) 7반 대 8반 [사진Ⅳ-1-③]



4) 9반 대 11반 [사진Ⅳ-1-④]



5) 3반 대 2반 [사진 N-1-⑤]



[실험 2] 사람 모형을 이용한 실험

가. 같은 조건에서 몸무게가 다를 때

: 일정한 자세의 사람모형에 질량이 다른 추를 달아 몸무게를 변화시키며 당기는 힘을 측정 비교한다.

\* 지면과 이루는 각도 45. 일 때

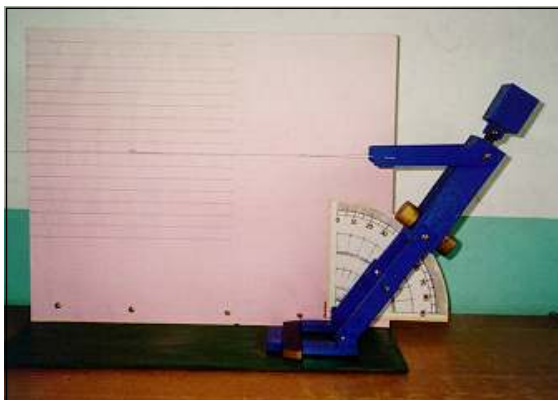
몸무게	추를 달지 않았을 때	100g 추를 달았을 때	200g 추를 달았을 때	300g 추를 달았을 때
당기는 힘(N)	3.7	4.0	4.5	5.2

나. 같은 자세에서 발바닥과 지면사이에 작용하는 마찰력이 다를 때

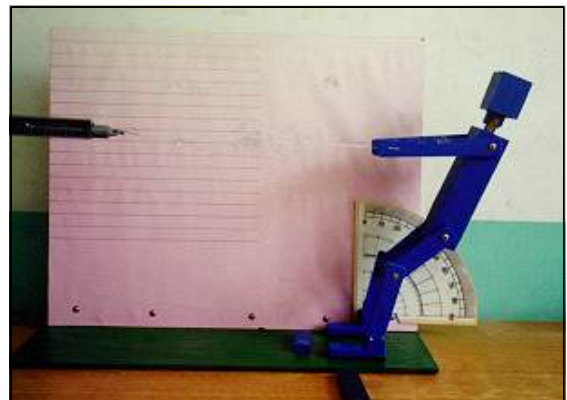
: 발바닥과 지면사이에 작용하는 마찰력이 다를 수 있도록 재질을 달리하며 최대로 누울 수 있는 각도를 측정 비교한다.

발바닥의 재질	나무	스카치 테이프	종이 테이프	고무
누운 각도( . )	37.	29.	38.	42.

[사진 N-2-①] 몸무게와 당기는 힘  
관련 실험



[사진 N-2-②] 발바닥의 마찰과 누울 수 있는 각도 실험



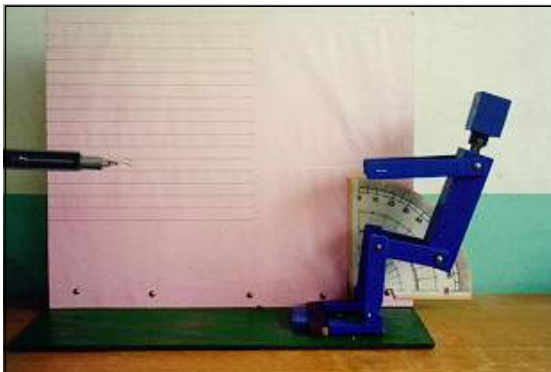
**다. 미끄러지지 않으며 당기는 자세가 다를 때**

: 당기는 자세에 따라 변하는 작용점과 힘점 사이의 간격, 높은 각도와 당기는 힘과의 관계를 알아본다.

자 세	작용점과 힘점 사이의 간격 ( cm )	높는 각도 (지면과 몸의 각도)	당기는 힘 ( N )	힘의 순위	
				동일 조건	전체
1) 무릎을 구부렸을 때	30.2	20.	0.9	5	20
		40.	2.8	4	14
		46.	3.2	3	9
		60.	5.9	3	3
2) 무릎과 허리를 구부렸을 때	26.8	20.	1.4	2	17
		40.	2.9	3	13
		42.	3.1	3	10
		60.	6.2	2	2
3) 허리를 구부렸을 때	29.1	20.	1.8	1	16
		38.	3.1	5	10
		40.	3.5	1	6
		60.	5.3	5	5
4) 몸을 곧게 폈을 때	34.0	20.	1.3	3	18
		40.	3.1	2	10
		42.	3.4	<b>1</b>	7
		60.	6.8	1	1
5) 다리를 펴고 배를 내밀었을 때	31.5	20.	1.1	4	19
		40.	2.8	4	14
		43.	3.3	2	8
		60.	5.7	4	4

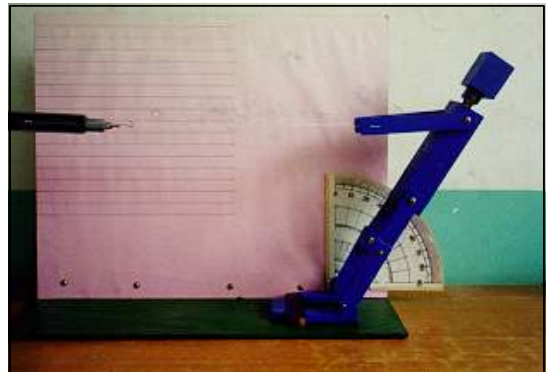
[사진 N-2-③] 몸의 자세와 당기는 힘의 비교 실험

⇒ 2) 허리와 무릎을 구부렸을 때



[사진 N-2-④] 몸의 자세와 당기는 힘의 비교 실험

⇒ 4) 몸을 곧게 폈을 때



### [실험 3] 사람을 이용한 실험

#### 가. 실험방법

: 5명의 학생을 대상으로 아래와 같은 자세를 취한 상태에서 최대한 누웠을 때의 당기는 힘을 측정한다.

#### [사진 N-3-①] 자세별 당기는 힘 측정의 예



#### 1) ①번 자세 [사진 N-3-②]

: 몸을 옆으로 누웠을 때



#### 2) ②번 자세 [사진 N-3-③]

: 무릎과 허리를 구부렸을 때



#### 3) ③번 자세 [사진 N-3-④]

: 허리를 구부렸을 때



#### 4) ④번 자세 [사진 N-3-⑤]

: 몸을 곧게 폈을 때



#### 5) ⑤번 자세 [사진 N-3-⑥] : 다리를 펴고 배를 내밀었을 때



## 나. 결 과

이 름	체 중 (kg · f)	키(cm)	자 세	당기는 힘 (kg · f)	당기는 힘의 체 중비	힘의 순위	
						부 분	체 중비 전체
전 희 철	50	164	①	21.0	42.0	2	9
			②	17.0	34.0	5	25
			③	17.5	35.0	4	23
			④	22.5	45.0	1	5
			⑤	20.5	41.0	3	12
김 종 호	55	168	①	22.5	40.9	3	13
			②	22.0	40.0	4	16
			③	19.0	34.5	5	24
			④	24.5	44.5	1	6
			⑤	23.0	41.8	2	10
정 대 현	57	171	①	26.0	45.6	1	4
			②	22.0	38.6	4	18
			③	21.5	37.7	5	20
			④	25.0	43.9	2	7
			⑤	24.5	43.0	3	8
최 우 진	60	165	①	23.0	38.3	3	19
			②	22.0	36.7	5	22
			③	22.5	37.5	4	21
			④	24.5	40.8	1	14
			⑤	24.0	40.0	2	16
김 강 연	70	178	①	34.5	49.3	2	2
			②	28.5	40.7	5	15
			③	29.0	41.4	4	11
			④	36.0	51.4	1	<b>1</b>
			⑤	33.5	47.9	3	3

## 다. 자세별 당기는 힘의 순위

순 위	1위	2위	3위	4위	5위
자 세	4)번 자세	1)번 자세	5)번 자세	3)번 자세	2)번 자세
학생별 자세 순위	1, 1, 2, 1, 1	2, 3, 1, 3, 2	3, 2, 3, 2, 3	4, 5, 5, 4, 4	5, 4, 4, 5, 5

## [실험 4] 정해진 자세의 줄다리기 시합을 이용한 연구

### 가. 시합 결과

#### 1) 1차 실험(2001. 4. 23~27)

반	2 반		6 반		4 반		11 반		7 반	
조	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
몸무게(kg · f)	55.71	51.76	58.65	54.24	55.94	56.63	50.27	51.67	55.81	55.13
자세	①	①	①	②	③	④	④	⑤	①	④
스코어	3	0	3	0	0	3	2	1	1	2



2) 2차 실험(2001. 6.18~23)

반	2 반		6 반		4 반		11 반		7 반	
조	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
몸 무게(kg · f)	55.71	51.76	58.65	54.24	55.94	56.63	50.27	51.67	55.81	55.13
자세	자유형	④	자유형	④	①	⑤	④	①	②	③
스코어	0	3	0	3	0	3	3	0	0	3

	경 기 1		경 기 2	
반	5 반	10 반	6 반	9 반
자세	④	자유형	④	자유형
몸 무게(kg · f)	55.53	55.50	56.44	58.53
스코어	3	0	2	1

[사진 N-4-①] 2반 A조 ①번 자세



[사진 N-4-②] 4반 A조 ③번 자세





[사진 N-4-③] 11반 A조 ④번 자세




## 나. 설문지 결과

: 2학년 8반개 반을 대상으로 12회 실험 총 461명의 설문 결과

### [첨부 3] 참조- 반별 설문조사 결과

자 세		① 159 명						② 55 명						③ 37 명					
																			
		초 반	중 반	후 반	초 반	중 반	후 반	초 반	중 반	후 반	초 반	중 반	후 반	초 반	중 반	후 반	초 반	중 반	후 반
힘 든 시 점	첫째 판	15 (9.4%)	29 (18.2%)	41 (25.8%)	7 (12.7%)	15 (27.3%)	16 (29.1%)	3 (8.1%)	7 (18.9%)	11 (29.7%)									
	둘째 판	21 (13.2%)	54 (34.0%)	29 (18.2%)	5 (9.1%)	28 (50.9%)	13 (23.6%)	6 (16.2%)	15 (40.5%)	4 (10.8%)									
	셋째 판	35 (22.0%)	57 (35.8%)	39 (24.5%)	11 (20.0%)	27 (49.1%)	12 (21.8%)	16 (43.2%)	7 (18.9%)	6 (16.2%)									
평 균		23.67	46.67	36.33	7.67	23.33	13.67	8.33	9.67	7.00									
백분율(%)		14.9	29.4	22.8	13.9	42.4	24.9	22.5	26.1	18.9									
		많 이 아 픔	조 금 아 픔	아 프 지 않 음	1 일 간 아 픔	2 일 간 아 픔	3 일 간 아 픔	많 이 아 픔	조 금 아 픔	아 프 지 않 음	1 일 간 아 픔	2 일 간 아 픔	3 일 간 아 픔	많 이 아 픔	조 금 아 픔	아 프 지 않 음	1 일 간 아 픔	2 일 간 아 픔	3 일 간 아 픔
아 픔 부 분	손바닥	5 (3.1%)	76 (47.8%)	78 (49.1%)	79 (49.7%)	2 (1.3%)	0 (0.0%)	2 (3.6%)	20 (36.4%)	33 (60.0%)	22 (40.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	16 (43.2%)	21 (56.8%)	16 (43.2%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)
	팔	2 (1.3%)	53 (33.3%)	104 (65.4%)	49 (30.8%)	6 (3.8%)	0 (0.0%)	1 (1.8%)	15 (27.3%)	39 (70.9%)	14 (25.5%)	2 (3.6%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	11 (29.7%)	26 (70.3%)	10 (27.0%)	1 (2.7%)	0 (0.0%)
	어깨	4 (2.5%)	50 (31.4%)	105 (66.0%)	46 (28.9%)	6 (3.8%)	2 (1.3%)	1 (1.8%)	13 (23.6%)	41 (74.5%)	11 (20.0%)	3 (5.5%)	0 (0.0%)	1 (2.7%)	9 (24.3%)	27 (73.0%)	9 (24.3%)	1 (2.7%)	0 (0.0%)
	목	2 (1.3%)	17 (10.7%)	140 (88.1%)	19 (11.9%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	8 (14.5%)	47 (85.5%)	7 (12.7%)	1 (1.8%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	4 (10.8%)	33 (89.2%)	4 (10.8%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)
	허리	9 (5.7%)	38 (23.9%)	112 (70.4%)	40 (25.2%)	5 (3.1%)	2 (1.3%)	4 (7.3%)	17 (30.9%)	34 (61.8%)	15 (27.3%)	6 (10.9%)	0 (0.0%)	3 (8.1%)	12 (32.4%)	22 (59.5%)	12 (32.4%)	3 (8.1%)	0 (0.0%)
	배	2 (1.3%)	20 (12.6%)	137 (86.2%)	20 (12.6%)	2 (1.3%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	11 (20.0%)	44 (80.0%)	8 (14.5%)	3 (5.5%)	0 (0.0%)	1 (2.7%)	11 (29.7%)	25 (67.6%)	9 (24.3%)	3 (8.1%)	0 (0.0%)
	허벅지	1 (0.6%)	31 (19.5%)	127 (80.0%)	29 (18.2%)	1 (0.6%)	2 (1.3%)	2 (3.6%)	14 (25.5%)	39 (70.9%)	12 (21.8%)	4 (7.3%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	7 (18.9%)	30 (81.1%)	7 (18.9%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)
	종아리	3 (1.9%)	19 (11.9%)	137 (86.2%)	18 (11.3%)	4 (2.5%)	0 (0.0%)	1 (1.8%)	7 (12.7%)	47 (85.5%)	5 (9.1%)	3 (5.5%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	3 (8.1%)	34 (91.9%)	2 (5.4%)	1 (2.7%)	0 (0.0%)
평 균		3.50	38.00	117.50	37.50	3.25	0.75	1.38	13.13	40.50	11.75	2.75	0.00	0.63	9.13	27.25	8.63	1.13	0.00
백분율(%)		2.2	23.9	73.9	23.6	2.0	0.5	2.5	23.9	73.6	21.4	5.0	0.0	1.7	24.7	73.6	23.3	3.1	0.0

자 세		④ 178 명						⑤ 32 명						총원 461 명					
														총계 (백분율%)					
		초 반		중 반		후 반		초 반		중 반		후 반							
힘 든 시 점	첫째 판	7 (3.9%)	21 (11.8%)	28 (15.7%)	0 (0.0%)	3 (9.4%)	2 (6.3%)	32 (6.94%)	75 (16.3%)	98 (21.3%)									
	둘째 판	10 (5.6%)	44 (24.7%)	40 (22.5%)	2 (6.3%)	6 (18.8%)	7 (21.9%)	44 (9.5%)	147 (31.9%)	93 (20.2%)									
	셋째 판	21 (11.8%)	60 (33.7%)	40 (22.5%)	2 (6.3%)	10 (31.3%)	9 (28.1%)	85 (18.4%)	161 (34.9%)	106 (23.0%)									
평 균		12.67	41.67	36.00	1.33	6.33	6.00	53.67	127.67	99.00									
백 분 율 (%)		7.1	23.4	20.2	4.2	19.8	18.8	11.6	27.7	21.5									
		많 이 아 픔	조 금 아 픔	아 프 지 않 음	1 일 간 아 픔	2 일 간 아 픔	3 일 간 아 픔	많 이 아 픔	조 금 아 픔	아 프 지 않 음	1 일 간 아 픔	2 일 간 아 픔	3 일 간 아 픔						
아 픔 부 분	손바닥	3 (1.7%)	78 (43.8%)	97 (54.5%)	79 (44.4%)	2 (1.1%)	0 (0.0%)	1 (3.1%)	14 (43.8%)	17 (53.1%)	14 (43.8%)	1 (3.1%)	0 (0.0%)						
	팔	3 (1.7%)	39 (21.9%)	136 (76.4%)	38 (21.3%)	3 (1.7%)	1 (0.6%)	1 (3.1%)	6 (18.8%)	25 (78.1%)	6 (18.8%)	1 (3.1%)	0 (0.0%)						
	어깨	3 (1.7%)	40 (22.5%)	135 (75.8%)	35 (19.7%)	8 (4.5%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	9 (28.1%)	23 (71.9%)	8 (25.0%)	1 (3.1%)	0 (0.0%)						
	목	0 (0.0%)	13 (7.3%)	165 (92.7%)	13 (7.3%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	3 (9.4%)	29 (90.6%)	3 (9.4%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)						
	허리	6 (3.4%)	32 (18.0%)	140 (78.7%)	31 (17.4%)	7 (3.9%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	6 (18.8%)	26 (81.3%)	5 (15.6%)	1 (3.1%)	0 (0.0%)						
	배	3 (1.7%)	28 (15.7%)	147 (82.6%)	24 (13.5%)	6 (3.4%)	1 (0.6%)	0 (0.0%)	4 (12.5%)	28 (87.5%)	3 (9.4%)	1 (3.1%)	0 (0.0%)						
	허벅지	1 (0.6%)	10 (5.6%)	167 (93.8%)	10 (5.6%)	1 (0.6%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	1 (3.1%)	31 (96.9%)	1 (3.1%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)						
	종아리	0 (0.0%)	6 (3.4%)	172 (96.6%)	6 (3.4%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	32 (100%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)						
평 균		2.38	30.75	144.88	29.50	3.38	0.25	0.25	5.38	26.38	5.00	0.63	0.00						
백 분 율 (%)		1.3	17.3	81.4	16.6	1.9	0.1	0.8	16.8	82.4	15.6	2.0	0.0						



※ 자유로운 자세로 줄다리기를 할 때 취하는 자세 분석

자세	①	②	③	④	⑤
학생수	52	18	13	15	4
비율	51.0	17.6	12.7	14.7	3.9

## V. 결과 분석

### [실험 1] 자유로운 자세의 줄다리기를 시합을 이용한 연구

가. 12개 반이 특정한 신발 및 자세를 취하지 않고 자유로운 자세로 시합을 했을 때 승패 결과는 신체조건(키,몸무게,가슴둘레,앞은키)중 몸무게와 가장 밀접한 관계가 있었다.

나. 각반 몸무게의 평균이 조금이라도 큰 반이 모두 승리한 것으로 보아 줄다리기에 있어 몸무게가 가장 중요함을 알았다.

### [실험 2] 사람 모형을 이용한 실험

가. 같은 조건에서 몸무게가 다를 때

: 동일한 자세에서 몸무게가 클수록 당기는 힘은 크다.

나. 같은 자세에서 발바닥과 지면사이에 작용하는 마찰력이 다를 때

: 지면과 신발의 재질에 따라 뒤로 누울 수 있는 각도가 다르며, 마찰이 클수록 각도가 커져 당기는 힘이 커진다.

다. 미끄러지지 않으며 당기는 자세가 다를 때

1) 발목관절(발침점)과 어깨(작용점)와의 간격이 넓은 자세가 비교적 큰힘을 낼 수 있었다.

2) 뒤로 많이 누울수록 당기는 힘은 커지며, 자세에 따라 최대한 누울 수 있는 각도는 다르다.

3) 최대한 누울 수 있는 각도 및 45. 이상의 각도에서 몸을 곧게 편 ④번 자세가 가장 큰 힘을 낼 수 있었다.

### [실험 3] 사람을 이용한 실험

가. 학생별 5가지 자세에 따라 당기는 힘에 약간의 차이는 있으나, 몸무게가 큰 학생이 당기는 힘이 크다.

나. 모형실험에서의 결과와 비슷하며, 몸을 곧게 편 ④번 자세가 가장 큰

힘을 낼 수 있었으며, 우리가 가장 흔하게 취하는 자세인 옆으로 누어 당기는 자세(①번 자세)도 ④번 자세 다음으로 큰 힘을 낸다는 것을 알았다.

## [실험 4] 정해진 자세의 줄다리기 시합을 이용한 연구

### 가. 시합 결과

- 1) 1차 실험에서 2반의 경우와 같이 같은 자세에서는 몸무게 평균이 큰 조가 3:0으로 승리하였다.
- 2) 1,2차 실험에서 ④번 자세를 제외한 다른 자세는 비교적 몸무게가 큰 반이 거의 승리하였다.
- 3) 1,2차 실험에서 ④번 자세를 취한 조 또는 반이 다른 자세를 취한 조 또는 반을 평균 몸무게가 다소 작은데도 불구하고 모두 승리하여 앞에서의 실험 결과와 같이 몸을 곧게 편 ④번 자세가 가장 큰 힘을 낼 수 있음을 알았다.
- 4) 자유로운 자세로 할 때는 ①번 자세를 가장 많이 취한다는 것을 알 수 있다.

### 나. 설문지 결과

- 1) 시합을 할 때 힘들기 시작한 시기와 시합 후 몸의 통증을 볼 때 가장 좋은 자세는 ④번과 ⑤번 자세이다.
- 2) 위 실험에서 가장 큰 힘을 낼 수 있었던 ①번(76명)과 ④번(46명) 자세를 취한 학생의 설문을 분석하면
- 3) 경기 3판의 초반부터 힘든 경우의 평균이 ④번(7.1%) 자세가 ①번(14.9%) 자세보다 적은 것으로 보아 ④번 자세가 힘이 적게 들을 알 수 있다.
- 4) 줄다리를 한 후 몸의 여러 부위 통증을 느끼는 학생의 평균을 볼 때 아프지 않았다는 학생이 ①번(73.9%) 자세가 ④번(81.4%) 자세보다 적은 것으로 보아 ④번 자세가 경기후 통증이 적음을 알 수 있다.

## VI. 결 론

이 실험을 통하여 특별한 자세 없이 줄다리를 할 때는 몸무게가 클수록 큰 힘을 낼 수 있다는 것을 알았으며, 같은 몸무게라도 줄을 당기는 자세와 신발에 따라 당길 수 있는 힘이 다르다는 것을 알았다.

특히 몸을 곧게 편 ④번 자세가 힘을 덜 드리고 큰 힘을 낼 수 있었을 뿐 아니라, 경기 후 몸의 통증도 적은 것으로 보아 가장 좋은 자세라 생각된다.

앞으로 줄다리를 할 때에는 이번 실험을 통하여 알게된 줄다리의 원리를 이용하도록 하겠다.