

고등학교 축구선수의 피로지수에 따른 기초체력 및 등속성 각근력의 특성 비교

Comparison of physical fitness and isokinetic knee strength according to the fatigue index of High school soccer players

서경호(제주스포츠과학센터 연구원) · 여효성*(분당서울대학교병원 재활의학과 선임연구원)

Kyoung-Ho Seo Center for Sport Science in Jeju·Hyo-Seong Yeo Rehabilitation Medicine of Seoul National University Bundang Hospital

요약

본 연구의 목적은 고등학교 남자 축구선수들을 대상으로 피로지수에 따른 기초체력과 등속성 각근력의 특성을 비교 분석하는 데 있다. 연구 대상은 J시 고등학교 남자 축구선수 27명을 대상으로 하였다. 그룹은 총 세 그룹으로 분류되었다. 원게이트 테스트로 측정된 피로지수 50% 이하인 Low 그룹(LG, n=9), 50~60% Middle 그룹(MG, n=9) 그리고 60% 이상 High 그룹(HG, n=9)으로 분류되었다. 연구결과 기초체력에서 근지구력 지표인 윗몸일으키기는 유의한 차이가 나타나지 않았지만, Low 그룹에서 높은 경향을 나타냈고, 순발력 지표인 서전트 점프는 Low 그룹과 비교해 High 그룹에서 유의하게 높게 나타났다($p<.05$). 무산소성 운동능력에서 피로지수는 Low 그룹이 Middle 그룹과 High 그룹보다 유의하게 낮게 나타났고, Middle 그룹은 High 그룹보다 유의하게 낮게 나타났다($p<.001$). 그리고 절대값 평균파워에서 Low 그룹은 Middle 그룹보다 유의하게 높게 나타났다($p<.05$). 등속성 각근력은 $60^\circ/\text{sec}(\%BW)$ L:extension에서 Middle 그룹이 High 그룹보다 유의하게 높게 나타났다($p<.05$). 이러한 연구결과를 토대로 원게이트 테스트의 피로지수는 근지구력 지표인 윗몸일으키기와 절대값 평균파워와 관련이 있고, 근지구력 지표와 밀접한 관련이 있을 것으로 생각된다.

Abstract

The purpose of this study was to compare the physical fitness factors, and isokinetic knee strength according to the fatigue index of High school soccer player. The subjects of study were High school soccer players for a total of 27 soccer players. The groups were divided into three groups: Low group(LG, n=9) with 50% or lower of fatigue index(FI), Middle group(MG, n=9), with greater than 50% and less than 60% of FI and High group(HG, n=9) with 60% or higher of FI. As a result of the study, There was no significant difference in the sit-up related to muscular endurance, but it tended to be High tendency. The vertical jump were Higher the High group than the Low group($p<.05$). In anaerobic performance, the FI of the LG was significantly lower than that of the MG and HG($p<.001$), and the MG was significantly lower than the HG. The isokinetic knee strength was significantly Higher in the MG than in the HG in $60^\circ/\text{sec}(\%BW)$ L:extension($p<.05$). Based on these findings, the FI of the wingate test is thought to be related to the average power of the absolute value and to be closely related to the muscular endurance.

Key words : Wingate Tests, Fatigue Index, Physical Fitness, Isokinetic Knee Strength

I. 서론

축구경기는 기술, 전술, 정신 그리고 체력적 요인에 의해 경기력이 결정된다. 축구에서 기초체력은 강하게 볼을 찰 수 있는 근력과 근파워, 순간적으로 높게 뛰어오르는 순발력, 빠르게 방향을 전환하는 민첩성, 그리고 90분 동안 지속할 수 있는 심폐지구력과 근지구력 등과 같은 기초체력 요인이 경기력을 결정하는 요인이다 (Cejudo et al., 2019). 이렇게 축구경기는 90분 동안 짧은 구간을 최대질주하고, 짧은 휴식을 반복적으로 수행되는 특징이 있다. 이처럼 축구경기에서 체력적 요인은 유산소성 운동능력과 무산소성 운동능력이 복합적으로 요구된다(Meckel et al., 2009). 특히 축구선수들은 짧은 거리의 가속과 감속, 방향전환, 점프 및 착지와 같은 동작을 반복하는 무산소성 운동능력을 요구하는 움직임을 지속적으로 수행하게 된다(Marques et al., 2016).

축구경기는 짧은 시간 동안 폭발적인 움직임이 반복되고 지속된다. Capranica et al. (1992)에서는 축구선수의 강한 움직임은 하지의 최대근력과 무산소성 운동능력과 밀접한 관련이 있는 것으로 나타났다. 즉, 축구선수가 다양한 움직임 속에서 볼을 경합하고, 축구공을 소유하기 위해서는 무산소성 지구력이 중요한 요소로 보고되고 있다(Hazir, Kose, & Kin-Isler, 2018). 축구선수들의 무산소성 지구력을 평가하기 위한 대표적인 방법은 원게이트 테스트(wingate tests)가 활용되고 있다. 원게이트 테스트는 연구대상자의 체중에 따른 운동 부하를 적용해 고정된 자전거 페달을 30초, 60초 또는 90초 동안 최대 회전시킨 후 발생된 토크값으로 무산소성 운동능력을 평가하게 된다(Richmond et al., 2011). 원게이트 테스트는 축구선수의 무산소성 지구력을 평가하는 피로지수(Fatigue Index)와 평균파워(Mean Power)를 측정할 수 있고, 최대 페달링 동안의 최고파워(Peak Power)를 측정할 수 있다. 그중 피로지수 측정은 일반적으로 최고값과 최저값의 파워드롭률에 의해 결정된다(Laurent et al., 2007). 즉, 피로지수는 원게이트 테스트 초반의 최대 페달링을 테스트 마지막까지 얼마나 잘 유지할 수 있는지와 밀접한 관련이 있다.

Ko et al. (2017) 연구에 따르면 피로지수는 부상이 없는 축구선수 그룹과 비교해 부상 그룹에서 더욱 높게 나타났다. 이처럼 피로지수는 축구선수들의 경기력에 영향을 미치는 중요한 요소인 것으로 생각된다. 무산소성 지구력을 요구하는 동작에는 강하게 근수축이 필요한 순간적인 가속, 스피드, 방향전환 등과 같은 움직임이 짧은 시간 반복적으로 수행된다. Hoffman et al. (2000) 연구에 따르면 평균파워와 서전트점프 간 밀접한 관련이 있는 것으로 보고되었다. 고등학교 연맹의 축구선수들은 90분 경기 동안 최대 약 8.8km의 거리를 이동하는 것으로 나타났다(Goto et al., 2015). 이렇게 90분 경기중 총 뛰는 거리에서 약 30%는 고강도의 런닝을 하게 되고, 총 뛰는 거리의 12%는 강도 높은 짧은거리 런닝을 반복하게 되는 것으로 나타났다(Harley et al. 2010). 이러한 움직임은 반복적인 전력질주가 포함되어있어 무산소성 지구력이 축구선수에게 상당히 중요한 부분을 차지할 것으로 생각된다. 이와 같이 무산소성 지구력은 경기 전반의 경기력 관련 체력인 운동수행 능력

에 중요한 요소로 작용할 것으로 생각된다. Fitts (2008)의 연구에 따르면 경기 중 발생된 높은 피로지수는 근력과 근파워의 감소에 영향을 미칠 수 있다고 보고되었다.

따라서 축구경기에서 기본적으로 요구되는 순발력, 민첩성 그리고 근력과 같은 기초체력과 등속성 각근력이 고등학교 남자 축구 선수의 원게이트 테스트 후 측정된 피로지수 차이에 따라 경기력 관련 체력 요인에 어떠한 영향을 미치는지 검토할 필요가 있다.

II. 연구방법

1. 연구대상

본 연구는 J시 고등학교 축구선수 총 27명을 연구대상으로 모집되었다. 본 연구의 그룹은 피로지수(%) 50%이하(Low Group, LG) 9명, 60% 이하(Middle Group, MG) 9명, 60% 이상(High Group, HG) 9명, 세 그룹으로 분류되었다. 본 연구는 모든 연구대상자에게 사전에 실험의 목적과 내용을 명확하게 설명한 후, 동의서가 작성되었다. 연구대상자들의 신체적 특성은 <Table 1>과 같다.

2. 측정항목 및 방법

1) 신체구성 측정

신장은 자동신장측정측정기(BSM370, Biospace, Korea)를 이용하여 측정되었고, 체중, 체지방률은 체성분측정기(Inbody770, Biospace, Korea)를 이용하여 측정되었다. 모든 연구대상자는 반바지, 반팔티를 착용 후 측정되었다.

Table 1. Characteristics of the subjects(N=27)

	LG ^a	MG ^b	HG ^c	F	p	Post-hoc
Age(year)	18.00 ±0.70	18.22 ±0.66	17.78 ±0.83	.814	.455	
Height(cm)	173.58 ±2.94	174.21 ±4.73	173.05 ±5.09	.158	.854	
Weight(kg)	68.07 ±5.73	63.10 ±4.94	69.83 ±8.20	2.641	0.92	
Body fat(%)	12.97 ±3.89	12.13 ±2.32	14.45 ±3.45	1.164	.329	

Values are mean ± Standard Deviation

LG, Low Group; MG, Middle Group; HG, High Group

2) 기초체력

근지구력은 윗몸일으키기를 실시했다. 윗몸일으키기는 측정대 위에 누운 상태로 무릎을 90도로 굽히고 양손을 머리뒤로 깎지른 상태로 양쪽 팔꿈치가 무릎에 닿는 것을 1회로 60초 동안 최대 반복 횟수가 기록되었다.

순발력은 서전트점프를 실시했다. 서전트점프(ST-150, SEED Technology, Korea)는 측정 매트 위에 선 상태에서 양발 바닥이 매

트에서 떨어지지 않는 범위 내에서 반응을 허용한 상태로 실시되었다. 측정값은 cm로 기록되었고, 총 2회 측정 후 가장 높은 측정값이 기록되었다.

민첩성은 사이드스텝을 실시했다. 사이드스텝(ST-110, SEED Technology, Korea)를 이용하여 측정되었다. 연구대상자는 중앙선을 기준으로 양발을 편안하게 벌린 상태에서 폭이 240cm의 좌우선을 사이드스텝을 이용하여 20초 동안 최대한 빠르게 반복되었다. 측정값은 반복 횟수로 기록되었다.

전신 반응시간은 빛을 이용해 측정되었고, 디지털 측정기(ST-140, SEED Technology, Korea)가 사용되었다. 측정 매트 위에 양발을 위치하고, 자세를 낮춘 상태에서 빨간색 LED가 점등되면 최대한 빠른 속도로 매트 위에서 바깥쪽으로 발을 이탈하도록 지시되었다. 측정은 총 3회 실시되었고, 가장 높은 측정값은 1/1000로 기록되었다.

유연성은 체후굴(TKK-1860, Takei, Japan), 장좌체전굴(TKK 5403, Takei, Japan)을 이용하여 측정되었다. 체후굴은 엎드린 자세로 허리 뒤에 양손을 위치시키고, 보조자가 하지를 고정시킨 상태에서 상체를 뒤로 젖혀 바닥에서 턱까지의 높이가 측정되었다. 장좌체전굴은 측정대에 앉은 자세로 무릎을 펴고, 양발 바닥을 발판에 고정시킨 상태에서 최대한 상체를 앞으로 굽혀 겹친 손끝이 도달하는 위치를 cm 단위로 측정되었다.

근력은 배근력을 실시했다. 배근력(SR-400BS, SEED Technology, Korea)은 디지털 측정기를 이용하여 측정되었다. 배근력은 양발을 발판 위에 위치시키고, 손잡이의 위치가 무릎 위 10cm에서 측정되었다. 총 2회 측정되었고, 가장 높은 측정값을 kg 단위로 기록되었다.

3) 무산소성 운동능력

무산소성 운동능력은 원게이트 측정기(894E peak bike, Monark, Sweden)를 이용하여 측정되었다. 측정 위치는 무릎이 약 10도 정도 굽힌 상태에서 안장 높이를 조절하고, 부하는 체중의 7.5%를 적용하여 최대 페달링이 되었을 때 수동 낙하 방식으로 측정되었다. 측정은 30초 동안 최대 운동을 통해 측정되었고, 피로지수(Fatigue Index; FI, %), 절대값 평균파워(Mean Power, W), 절대값 최고파워(Peak Power, W), 상대값 평균파워(Mean Power, W/kg), 상대값 최고파워(Peak Power, W/kg)가 기록되었다.

4) 등속성 각근력

등속성 각근력은 등속성 측정시스템(HUMAC NORM, CSMI, USA)을 이용하여 측정되었다. 가속도는 60°/sec, 180°/sec에서 좌·우측 무릎 신전과 굴곡 각각 3회 실시되었다. 60°/sec에서는 절대값 피크토크(peak torque, N.m), 상대값 피크토크(peak torque, percent body weight), 180°/sec에서는 절대값 AP(Average Power, watt), 상대값 AP(Average Power, percent body weight)가 기록되었다.

3. 자료처리

자료처리는 SPSS 22.0(Spss Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하여 평균 및 표준편차를 산출하였다. 피로지수 50% 이하, 60%이하 그리고 60%이상 세 그룹 간 차이를 검증하기 위하여 One-way ANOVA를 실시했고, 사후검정은 Scheffe 방법을 이용하였다. 유의수준은 $p < .05$ 를 기준으로 하였다.

III. 연구결과

1. 기초체력

본 연구의 피로지수 그룹 간 윗몸일으키기, 서전트점프, 사이드스텝, 반응시간-빛, 체후굴, 장좌체전굴, 배근력 결과는 <Table 2>와 같다. 일원분산분석 결과 서전트점프 $F=4.515$, $p=.022$ 하에서 피로지수 그룹 간 유의한 차이가 나타났고, 사후검정 결과 High 그룹은 Low 그룹보다 유의하게 높은 것으로 나타났다. 그 외 윗몸일으키기, 사이드스텝, 반응시간-빛, 체후굴, 장좌체전굴, 배근력은 피로지수 그룹 간 유의한 차이가 나타나지 않았다.

Table 2. Physical fitness

	LG ^a	MG ^b	HG ^c	<i>F</i>	<i>p</i>	<i>Post-hoc</i>
sit-up(count)	60.28 ±7.86	50.55 ±8.15	54.55 ±7.09	3.143	.063	
vertical jump(cm)	56.66 ±4.21	59.66 ±3.24	62.00 ±3.80	4.515	.022*	a<c
side step(count)	47.22 ±3.34	46.88 ±5.19	45.89 ±5.11	.202	.818	
reaction-time(sec)	0.247 ±0.013	0.254 ±0.017	0.254 ±0.035	.179	.837	
backward flexibility(cm)	50.94 ±8.25	50.20 ±5.44	51.66 ±7.37	.095	.909	
sit-and-reach(cm)	14.25 ±7.58	8.46 ±10.41	11.33 ±9.18	.904	.418	
back strength(kg)	118.22 ±11.09	115.16 ±13.24	119.88 ±16.77	.267	.768	

Values are mean ± Standard Deviation

LG, Low Group; MG, Middle Group; HG, High Group

* $p < .05$, ** $p < .01$

2. 무산소성 운동능력

본 연구의 피로지수 그룹 간 무산소성 운동능력 특성 비교 결과는 <Table 3>과 같다. 분석결과 피로지수는 High 그룹보다 Middle 그룹이 그리고 High, Middle 그룹보다 Low 그룹이 유의하게 낮은 것으로 나타났다($F=86.300$, $p=0.00$).

절대값 평균파워는 Low 그룹이 Middle 그룹보다 유의하게 높게 나타났다($F=3.542$, $p=0.045$). 그러나 절대값 최고파워는 그룹 간 유의한 차이가 나타나지 않았고, 상대값 평균파워, 최고파워는 그룹 간 유의한 차이가 나타나지 않았다.

Table 3. Anaerobic performance

	LG ^a	MG ^b	HG ^c	F	p	Post-hoc
Fatigue index(%)	45.54 ±3.46	55.44 ±2.51	65.01 ±3.36	86.300	.000***	a(b<c
Average power(W)	503.93 ±80.29	425.23 ±39.31	474.04 ±63.54	3.542	.045*	a)b
Peak power(W)	615.34 ±89.03	558.67 ±47.42	645.74 ±77.01	3.273	.055	
Average power(W/kg)	7.38 ±0.80	6.74 ±0.45	6.78 ±0.49	3.131	.062	
Peak power(W/kg)	9.01 ±0.86	8.86 ±0.46	9.26 ±0.60	.816	.454	

Values are mean ± Standard Deviation

LG, Low Group; MG, Middle Group; HG, High Group

*p<.05, ***p<.001

3. 등속성 각근력(60° /sec, 180° /sec)

본 연구의 피로지수 그룹 간 등속성 각근력 60° /sec의 비교 결과는 <Table 4>와 같다. 60° /sec(N.m)에서 그룹 간 유의한 차이가 나타나지 않았다. 60° /sec(%BW) L:extension에서 Low 그룹보다 Middle 그룹에서 유의하게 높은 것으로 나타났지만($F=4.407$, $p=0.023$), L:flexion, R:extension, R:flexion 에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다.

본 연구의 피로지수 그룹 간 등속성 각근력 180° /sec의 비교결과는 <Table 5>와 같다. 180° /sec(watt)와 180° /sec(%BW) 결과에서 모두 유의한 차이가 나타나지 않았다.

Table 4. isokinetic strength(60°/sec(Nm))

	LG ^a	MG ^b	HG ^c	F	p	Post-hoc
60°/sec PT (N.m)	Left:extension	189.44 ±33.37	202.33 ±16.57	187.44 ±47.56	.483	.623
	Left:flexion	116.22 ±28.64	106.88 ±18.21	104.22 ±23.09	.636	.538
	Right:extension	197.33 ±29.72	189.55 ±27.20	191.88 ±29.31	.173	.842
	Right:flexion	121.33 ±27.30	106.66 ±19.13	111.00 ±17.23	1.088	.353
60°/sec PT (%BW)	Left:extension	278.30 ±43.64	321.37 ±23.74	266.36 ±51.57	4.407	.023* b)>c
	Left:flexion	169.45 ±33.26	169.06 ±22.64	150.46 ±35.83	1.095	.351
	Right:extension	289.35 ±30.58	300.19 ±35.61	274.68 ±28.19	1.476	.249
	Right:flexion	177.31 ±31.54	168.43 ±23.07	159.87 ±24.14	.972	.393

Values are mean ± Standard Deviation

LG, Low Group; MG, Middle Group; HG, High Group

*p<.05

Table 5. isokinetic strength(180°/sec(AP))

	LG ^a	MG ^b	HG ^c	F	p	Post-hoc
180°/sec AP (watt)	Left:extension	184.11 ±26.39	193.33 ±26.47	193.33 ±40.09	.255	.777
	Left:flexion	140.66 ±42.02	132.77 ±26.47	152.88 ±14.71	1.033	.371
	Right:extension	181.77 ±38.52	190.44 ±29.86	194.11 ±42.17	.261	.773
	Right:flexion	145.77 ±45.83	145.33 ±29.85	158.33 ±33.13	.360	.702
180°/sec AP (%BW)	Left:extension	270.29 ±30.02	306.60 ±36.14	276.65 ±48.20	2.240	.128
	Left:flexion	205.00 ±54.02	210.77 ±40.78	221.32 ±32.49	.328	.724
	Right:extension	265.74 ±45.63	301.93 ±40.33	278.35 ±55.80	1.335	.282
	Right:flexion	212.79 ±61.52	230.14 ±40.79	226.31 ±38.72	.323	.727

Values are mean ± Standard Deviation

LG, Low Group; MG, Middle Group; HG, High Group

IV. 논의

본 연구의 목적은 고등학교 축구 선수들을 대상으로 원게이트 테스트 후 평가되는 피로지수를 상위, 중위, 하위 그룹으로 분류하여 피로지수 그룹 간 기초체력과 등속성 각근력에 어떠한 차이가 있는지 비교 검토하는 데 있다.

축구경기는 기초체력과 전문체력적인 요소가 복합적으로 작용되는 운동 종목이다(Bompa, 1999). 그중에서도 단시간에 최대 스피드를 반복하고, 순간적인 파워를 발휘해 방향 전환하는 민첩성과 헤딩을 위한 점프 등과 같은 움직임을 90분 경기 동안 유지해야 한다. 이렇게 짧은 시간의 움직임은 ATP-PCr과 해당작용을 통해 에너지를 공급하게 된다(Baker et al., 2010). 즉, 축구 선수들의 대부분의 움직임은 ATP-PCr과 해당작용을 에너지로 사용해 10초 내에 고갈되고, 재합성을 반복하게 된다(Vandewalle et al., 1987). Mielgo-Ayuso et al. (2019)의 연구에서는 무산소성 지구력은 짧은 시간에 유발된 PCr의 고갈과 LDH의 활성이 크게 영향을 미치는 것으로 보고되었다. 이처럼 경기 중에 발생 피로지수는 경기력 관련 체력에 영향을 미칠 것으로 생각됩니다.

축구선수의 무산소성 운동능력을 평가하기 위해 원게이트 테스트 방법이 사용되고 있다. 선수들의 체중에 따른 운동부하를 설정하여 고정식 자전거 페달을 30초 동안 최대회전시킨 후 피로지수, 평균파워 그리고 최고파워를 평가한다(Zupan et al., 2009). 그중 무산소성 지구력을 평가하는 피로지수 그리고 기초체력에서 근지구력을 평가하는 대표적인 방법으로 윗몸일으키기가 활용된다. 근지구력은 축구의 체력 배분율에서 20%를 차지할 만큼 중요한 체력요소이다(한국스포츠정책과학원, 2015). 본 연구 결과는 유의한

차이가 나타나지 않았지만 피로지수가 50%이하를 기록한 가장 좋은 Low 그룹에서 높은 경향이 나타났다. 이용수, 하민수 (2001) 연구결과에서 복부 근지구력은 연령과 밀접한 관련이 있고, 고등학교에 해당하는 연령에서 근지구력이 가장 크게 발달하는 것으로 보고되었다. 그리고 근지구력은 충분한 트레이닝을 통해 향상시킬 수 있을 것으로 생각된다(박영길, 권기천, 이남희, 최동훈, 조준용 2021).

Low 그룹은 기초체력에서 순발력이 가장 낮게 측정되었다. 이러한 결과는 추후 연구를 통해 순발력과 피로지수의 관련성을 추가적인 연구를 통해 살펴볼 필요가 있을 것으로 생각된다. 민첩성을 측정하기 위해 사이드스텝과 전신반응시간이 활용된다. 본 연구에서는 두 변인 모두 그룹 간 유의한 차이가 나타나지 않았다. 사이드스텝과 전신반응시간은 축구 포지션별 유의한 차이를 보고된 연구들이 다수 보고되었다(김남영, 박주식 2020; Ulrik, Jan 1997). 또한, 윤진호 (2019)연구에서는 8주간의 동계체력훈련 프로그램이 축구 선수들의 서전트점프가 유의하게 증가된 것으로 보고되었다. 이러한 연구를 종합해보면 이동거리가 가장 길고, 상대 움직임에 빠르게 반응해야하는 미드필드 포지션에서 유의하게 높게 나타난 것으로 보고되었다(하민성, 최성범, 김유신 2015).

축구 선수들에게 유연성은 매우 중요한 체력 요인이다. 유연성은 축구 선수들의 부상방지와 관련하여 중요성이 강조되고 있다. Chomiak et al. (2000) 보고에 따르면 축구선수들의 경기 중 부상 발생률은 59%에 달하는 것으로 나타났다. 특히, 축구 선수들의 부상 중 68~88%가 하지에서 발생하는 것으로 보고되고 있다(Fried & Lloyd, 1992; Heidt et al., 2000). 이러한 부상은 관절의 가동범위, 근육의 유연성과 밀접한 관련이 있는 것으로 나타났다(Witvrouw et al., 2003). 하지만 축구선수의 피로지수 차이에 따른 유연성은 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 피로지수가 좋은 그룹에서 기초체력이 유의하게 높게 나타날 것이라는 가설과 다소 차이가 있는 것으로 나타났다. 하지만 본 연구의 결과를 통해 무산소성 능력의 피로지수는 축구선수들의 기초체력과 관련성이 낮을 수 있다는 연구결과는 의미 있는 데이터라고 생각된다.

무산소성 능력은 무산소성 지구력을 평가할 수 있는 피로지수와 평균파워를 평가할 수 있다. 본 연구의 결과는 피로지수 Low, Middle, High 그룹 간 유의한 차이가 있는 것을 확인할 수 있었고 피로지수가 가장 낮은 Low 그룹에서 평균파워도 유의하게 낮은 것으로 나타났다. 즉, 피로지수와 평균파워를 무산소성 지구력 평가 항목으로 활용될 수 있음을 나타낸 결과라고 생각된다. 그러나 최고파워는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았지만, 피로지수가 가장 높은 High 그룹에서 가장 높게 나타났다. 이러한 결과는 순발력 지표로 활용되는 서전트점프 변인과 유사한 결과로 윌게이트 30초 테스트 동안의 최고파워는 순발력지표와 관련이 있을 것으로 생각된다(이기혁, 이원희 2020). 이와 관련하여 Hammami et al. (2018)보고에서 최고파워의 증가는 근육량과 밀접한 관련이 있는 것으로 보고되고 있다.

등속성 각근력은 하지 근력을 평가하는 대표적인 전문체력 항목이다. 등속성 각근력에서 60° /sec 각속도는 근력을 평가하고, 180° /sec 각속도는 근파워를 측정하는 항목이다. 본 연구결과 60° /sec 각속도 L:extension 변인에서만 유의한 차이가 나타났다. 이러한 원인은 연구대상자의 연령과 관련이 있을 것으로 생각된다. 강민석, 황우석 (2021) 연구에 고등학생과 실업 선수의 등속성 하지 근력의 차이를 분석한 결과 연령 간 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다. 이와 같이 추후 연구에서 축구 선수의 연령별 피로지수를 분석해 볼 필요가 있을 것으로 생각된다.

본 연구결과를 종합해보면, 피로지수가 가장 좋은 50% 미만 그룹(Low), 60% 미만 그룹(Middle), 60% 이상 그룹(High) 간 기초체력의 민첩성, 유연성 그리고, 근력과 근파워와 관련성이 다소 낮은 것으로 생각된다. 이러한 결과로 일반화할 수는 없지만, 무산소성 지구력은 근지구력과 평균파워와 같은 변인과 밀접한 관련이 있을 것으로 생각되고, 이외의 변인과 무산소성 지구력을 관련하여 해석하는 것에 주의할 필요가 있을 것으로 생각된다.

V. 결론 및 제언

본 연구 결과를 요약하자면, 윌게이트 테스트 후 얻어진 피로지수에서 무산소성 지구력이 가장 낮은 50%미만 그룹에서 윌몸일으키기와 평균파워는 가장 높게 나타났고, 중간 그룹인 50~60% 그룹에서 왼쪽다리 신전근이 가장 높게 나타났으며, 피로지수가 가장 좋지 않은 60% 이상 그룹에서 서전트점프가 가장 높게 나타났다.

추후 연구에서는 학생축구선수의 다양한 연령을 대상으로 피로지수 등급을 나눠 경기력 관련 체력을 비교, 분석하는 것이 필요할 것으로 생각된다.

참고문헌

- 강민석, 황우석 (2021). 고교·실업 남자 조정 선수들의 등속성 근기능 및 유·무산소 운동능력 비교 연구. *스포츠 사이언스*, 39(1), 89-96.
- 김남영, 박주식 (2020). 중학교 축구선수의 포지션에 따른 체격 및 체력특성 비교. *코칭능력개발지*, 22(3), 100-106.
- 박영길, 권기천, 이남희, 최동훈, 조준용 (2021). 생활 수영이 중년 여성들의 신체조성, 등속성 근력 및 혈중 젖산에 미치는 영향. *스포츠 사이언스*, 39(2), 81-87.
- 이기혁, 이원희 (2020). 청소년 남자 유도선수의 무산소성 파워 및 동적 평형성 관련 체력요인 분석. *대한무도학회지*, 22(4), 181-192.
- 이용수, 하민수 (2001). 청소년기 축구선수들의 체격 및 체력 요인별 발달에 관한 종단적 연구. *한국체육학회지*, 40(1), 223-234.
- 윤진호 (2019). 동계체력훈련이 N리그 프로축구선수의 심폐기능 및

- 근 기능에 미치는 영향. *스포츠 사이언스*, 36(2), 139-148.
- 한국스포츠정책과학원 (2015). *지역 스포츠과학센터: 운동선수 체력 훈련 지원 지침서*.
- 하민성, 최성범, 김유신 (2015). 대학 축구선수의 포지션별 체력적 특성, 등속성 근력 및 무산소성 파워 연구. *한국체육과학회지*, 24(2), 1393-1402.
- Baker, J. S., McCormick, M. C., & Robergs, R. A. (2010). Interaction among skeletal muscle metabolic energy systems during intense exercise. *Journal of Nutrition and Metabolism*, 221-233.
- Bompa, T. O. (1999). *Periodization Training for Sports*. USA: *Human Kinetics*
- Capranica, L., Cama, G., Fanton, F., Tessitore, A., & Figura, F. (1992). Force and power of preferred and non-preferred leg in young soccer players. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 32(4), 358-363.
- Cejudo, A., Robles-Palazón, F. J., Ayala, F., Croix, M., Ortega-Toro, E., Santonja-Medina, F., & Baranda, P. (2019). Age-related differences in flexibility in soccer players 8-19 years old. *PeerJ Journals*
- Chomiak, J., Junge, A., Peterson, L., & Dvorak, J. (2000). Severe injuries in football players. *The American Journal of Sports Medicine*, 28(5), S58-S68.
- Fitts, R. H. (2008). The cross-bridge cycle and skeletal muscle fatigue. *Journal of Applied Physiology*, 104(2), 551-558.
- Fried, T., & Lloyd, G. J. (1992). An overview of common soccer injuries, Management and prevention. *Sports Medicine*, 14, 269-275.
- Goto, H., Morris, J. G., & Nevill, M. E. (2015). Motion analysis of U11 to U16 elite English Premier League Academy players. *Journal of sports sciences*, 33(12), 1248-58.
- Hammami, M., Negra, Y., Billaut, F., Hermassi, S., Shepgard, R. J., & Chelly, M. S. (2018). Effects of lower-limb strength training on agility, repeated sprinting with changes of direction, leg peak power, and neuromuscular adaptations of soccer players. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 32(1), 37-47.
- Harley, J. A., Barnes, C. A., Portas, M., Lovell, R., Barrett, S., Paul, D., et al. (2010). Motion analysis of match-play in elite U12 to U16 age-group soccer players. *Journal of sports sciences*, 28(13), 1391-7.
- Hazir, T., Kose, M. G., & Kin-Isler, A. (2018). The validity of Running Anaerobic Sprint Test to assess anaerobic power in young soccer players. *Isokinetics and Exercise Science*, 28(3), 201-209.
- Heidt, R. S., Sweeterman, L. M., Carlonas, R. L., Traub, J. A., & Tekulve, F. X. (2000). Avoidance of soccer injuries with preseason conditioning. *American Journal of Sports Medicine*, 28(5), 659-662.
- Hoffman, J. R., Epstein, S., Einbinder, M., & Weinstein, Y. (2000). A Comparison Between the Wingate Anaerobic Power Test to Both Vertical Jump and Line Drill Tests in Basketball Players. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 14(3), 261-264.
- Ko, K. J., Ha, G. C., Kim, D. W., & Kang, S. J. (2017). Effects of lower extremity injuries on aerobic exercise capacity, anaerobic power, and knee isokinetic muscular function in high school soccer players. *Journal of Physical Therapy Science*, 27, 1715-1719.
- Laurent, C. M., Meyers, M. C., Robinson, C. A., & Green, J. M. (2007). Cross-validation of the 20- versus 30-s wingate anaerobic test. *European Journal of Applied Physiology*, 100(6), 645-651.
- Marques, M. C., Izquierdo, M., Gavbbett, T. J., Travassos, B., Branquinho, L., & Tillaar, R. V. D. (2016). Physical Fitness profile of Competitive Young Soccer Players: Determination of Positional Differences. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 11(5), 693-701.
- Meckel, Y., Machnai, O., & Eliakim, A. (2009). Relationship among repeated sprint tests, aerobic fitness, and anaerobic fitness in elite adolescent soccer players. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(1), 163-169.
- Mielgo-Ayuso, J., Calleja-Gonzalez, J., Marques-Jimenez, D., Caballero-Garcia, A., Cordova, A., & Fernandez-Lazaro, D. (2019). Effects of creatine supplementation on athletic performance in soccer players: a systematic review and meta-analysis. *Nutrients*, 11(4), 757.
- Richmond, S. R., Whitman, S. A., Acree, L. S., Olson, B. D., Carper, M. J., & Godard, M. P. (2011). Power output in trained male and female cyclists during the wingate test with increasing flywheel resistance. *Journal of Exercise Physiology*, 14(5), 46-53.
- Ulrik, W., Jan, H., & Jan, H. (1997). Strength and endurance of elite soccer player. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 30(3), 462-467.
- Vandewalle, H., Pers, G., & Monod, H. (1987). Standard anaerobic exercise tests. *Sports Medicine*, 4(4), 268-289.
- Witvrouw, W., Danneels, L., Asselman, P., D'Have, T., & Cambier, D. (2003). Muscle Flexibility as a Risk Factor for Developing Muscle Injuries in Male Professional Soccer

Players: A Prospective Study. *The American Journal of Sports Medicine*, 31(1), 41-46.

Zupan, M. F., Arata, A. W., Dawson, L. H., Wile, A. L., Payn, T. L., & Hannon, M. E. (2009). Wingate anaerobic test peak

power and anaerobic capacity classifications for men and women intercollegiate athletes. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(9), 2598-2604.

