



청소년 핸드볼 선수를 위한 핸드볼 아카데미 체력평가 모델 개발

김민기¹ MS, 박종철^{2,4} PhD, 안지환^{3,4} MS, 박수현^{1,4} PhD

¹한국스포츠정책과학원, ²부경대학교, ³대한핸드볼협회, ⁴핸드볼 아카데미

Development of Handball Academy Korea Physical Fitness Test Model for Youth Handball Players

MinKi Kim¹ MS, Jong Chul Park^{2,4} PhD, Jee Hwan Ahn^{3,4} MS, Soo Hyun Park^{1,4} PhD

¹Korea Institute of Sport Science, Seoul; ²Pukyong National University, Busan; ³Korea Handball Federation; ⁴Handball Academy Korea, Seoul, Korea

PURPOSE: This study aimed to develop a Handball Academy Korea Physical Fitness Test Battery for youth handball athletes considering their characteristics using the Delphi/AHP method.

METHODS: After reviewing previous studies, an expert meeting was held to draft a battery. To select physical fitness variables, 17 experts with more than 10 years of research or coaching experience in related fields were invited. The contact validity of each variable was verified using the 1st and 2nd Delphi surveys. A decision-making method based on the analytic hierarchy process (AHP) was used to assign weights to each factor in the final physical fitness battery, which was selected based on the results of the Delphi survey.

RESULTS: Ten physical fitness factors, namely, length (CVR=1.00), weight (CVR=0.67), muscle strength (CVR=0.67), muscular endurance (CVR=0.83), cardiorespiratory fitness (CVR=0.83), flexibility (CVR=0.67), power (CVR=1.00), agility (CVR=1.00), speed (CVR=0.80), coordination (CVR=1.00), were determined. As test variables for physical fitness, height (CVR=0.83), arm span (CVR=0.67), lean body mass (CVR=0.64), handgrip strength (CVR=0.83), push-up (CVR=0.67), 20 m shuttle run (CVR=1.00), sit-and-reach (CVR=0.83), standing long jump (CVR=0.76), countermovement jump (CVR=0.67), ball speed (CVR=0.67), rollercoaster run (CVR=0.83), visual reaction (CVR=0.83), 20 m sprint (CVR=0.83), and ball handling (CVR=0.67) were found to be valid. Weight was calculated according to the relative importance of the determined variables.

CONCLUSIONS: The present findings indicate that the Handball Academy Korea Physical Fitness Test Battery can be used to evaluate the physical fitness of youth handball athletes and select potential players.

Key words: Physical Fitness Test, Handball, Youth handball players, Delphi, Validation

서론

핸드볼은 심폐지구력, 근지구력, 순발력, 스피드 및 조정 능력과 같은 다양한 신체적 특성을 요구하는 스포츠이다[1]. 경기력 측면에서 핸드볼은 간헐적인 달리기, 점프, 가속, 감속 및 방향 전환을 포함하여 다

양한 고강도의 운동 동작을 복합적으로 수행하는 것이 특징인 스포츠라 할 수 있다[2].

다양한 선행연구를 살펴보면 운동강도, 파워, 스피드, 민첩성과 같은 신체적 특성이 핸드볼 선수에게 결정적인 요인으로 간주되고 있고 [3-5], 이와 관련하여 선수는 달리기, 점프, 빠른 방향 전환, 신체접촉,

Corresponding author: Soo Hyun Park Tel +82-2-970-9697 Fax +82-2-970 9502 E-mail otajulia@gmail.com

Keywords 체력평가, 핸드볼, 청소년 핸드볼 선수, 델파이, 타당도

Received 21 Feb 2023 **Revised** 11 Aug 2023 **Accepted** 11 Aug 2023

© This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

던지기과 같은 고강도 신체활동을 반복적으로 수행해야 한다. 따라서 상지 및 하지 근력과 힘은 질주, 던지기 및 빠른 방향 전환을 결정하는 중요한 요소이고, 핸드볼 선수의 평가에는 이런 요소들의 측정이 포함되어야 하며, 이를 잘 발달시켜야 한다고 제시하고 있다[6]. 특히 청소년기는 성장과 성숙하는 시기로 선수의 퍼포먼스의 발달도 성장과 성숙요인에 의해 상당한 영향을 받을 수 있기 때문에 성장발달 및 신체적 능력을 확인하고 평가하는 것이 선수의 성장에 중요한 부분이라 할 수 있다. 이에 유럽의 핸드볼 선진국들은 청소년 핸드볼 선수를 위한 체력평가를 통해 선수의 성장발달 및 신체적 능력을 확인하고 선수 육성에 힘쓰고 있다.

우리나라의 경우, 핸드볼 유망주 발굴 및 육성을 위해 대한핸드볼협회에서는 2019년부터 핸드볼 아카데미 우수선수 선발을 시작하였으며, 체격, 체력, 심리, 경기력 등 다양한 측면에서 청소년기 핸드볼 선수에 대한 측정과 평가가 이루어지고 있으나, 아직까지 체계적인 관리와 지원을 위한 과학적이고 객관적인 근거 기반의 체력평가 모델이 부족한 실정이다.

학생건강체력평가(Physical Activity Promotion System), 노인체력검사(Senior Fitness Test), 국민체력100 등 개인의 체력을 측정하고 평가하기 위한 도구들이 개발되어 왔다. 체력평가 도구를 활용하여 체력수준을 점수화하면 직관적으로 체력수준을 파악할 수 있다는 장점이 있다. 체력수준을 점수화할 때, 대상에 따른 특성을 반영하여 요인별 가중치를 고려해야 할 필요가 있다. 각 체력요인의 중요도에 따라 배점을 산정할 수 있으며, 체력요인 및 체력측정 항목에 대한 중요도는 연령, 종목, 대상에 따라 달라질 수 있다. 체력요인의 중요도 산출 시 이론적 타당성뿐만 아니라 관련 분야 전문가의 판단에 근거한 경험적 타당성 확보 또한 중요하다. 전문가 집단의 의견을 객관적이고 합리적으로 정량화하는 것이 체력평가 도구의 질을 결정한다[7].

델파이 연구방법은 전문가 의견이 합의를 이룰 때까지 의견과 반응을 체계적으로 수집하는 방법으로 다수의 의견이 소수의 의견보다 타당하다는 원리에 근거한다[8]. 계층적분석방법(Analytic Hierarchy Process: AHP)은 응답의 일관성이 확보된 자료만을 근거로 가중치를 산출하여 주관적 판단을 객관적 수치로 나타낼 수 있다는 장점이 있다. AHP를 활용하여 운동선수 경기력 요인의 가중치를 산출하고, 이를 선수 평가나 선수 선발 등에 적용하는 연구가 이루어지고 있다[9-13].

Table 1. List of experts

Major field of study	n
Exercise physiology	7
Measurement and evaluation	4
Game analysis	3
Handball	3
Total	17

학령기 인구 감소 현상으로 전체 핸드볼 등록선수는 감소하는 추세에 있다. 대한체육회 선수등록 현황에 의하면, 2014년 대비 2021년 청소년기 핸드볼 선수는 약 21.8% 감소한 것으로 나타났다. 이러한 감소 추세에서 우수한 핸드볼 선수를 조기에 발굴하고, 잠재력을 가진 선수에 대한 육성과 지원이 요구되고 있다. 따라서 본 연구는 청소년 핸드볼 선수의 특성을 고려한 체력평가 모델을 개발하는 데 목적이 있다.

연구 방법

1. 조사대상

본 연구는 핸드볼 종목 및 체력측정에 대한 이해도가 높고 관련 분야에 연구 경력이 있는 전문가 집단을 선정하였다. 전문가 집단은 총 17명이며, 전공영역에 따라 운동생리학 7명, 체육측정평가 4명, 경기분석 3명, 핸드볼 경기인 출신 3명으로 구성되었다. 전문가 집단에게 본 연구의 필요성 및 목적, 개인정보 비밀 유지, 익명성 보장, 참여의 자발성, 수집된 정보의 활용범위 등에 대하여 충분히 설명하였으며, 연구 참여에 대해 자발적으로 동의한 대상에 한해 연구자료를 수집하였다. 본 연구에 참여한 전문가 집단은 Table 1과 같다.

2. 연구절차

본 연구는 전문가 집단 선정 및 선행연구 검토, 3단계의 전문가 조사 과정, 체력평가모형 개발 순으로 진행되었다(Fig. 1). 청소년 핸드볼 선수 체력평가모형 개발을 위해 연구진 및 전문가 위원과의 선행연구 검토와 회의를 거쳐 측정요인 및 측정항목을 선정하였다. 측정요인 및 측정항목에 대한 타당도 검증 및 가중치 부여를 위해 총 3단계의 과정을 거쳐 전문가 조사를 실시하였으며, 각 설문은 이메일을 통하여 배부 및 취합되었다. 과정 단계별 조사내용 및 기간은 Table 2와 같다.

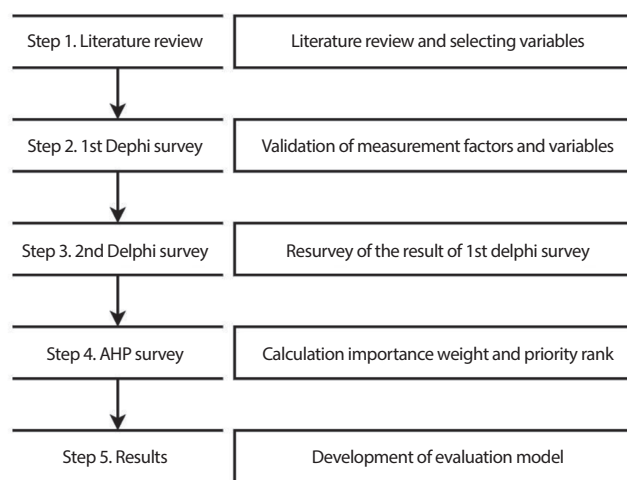


Fig. 1. Study design.

Table 2. Process of survey

Step	Method	Content	Period
1	1st Delphi survey	Validation of measurement factors and variables	2022.05.27-06.10
2	2nd Delphi survey	Validation of measurement factors and variables	2022.06.17-06.30
3	AHP survey	Calculation of importance weight	2022.07.08-07.22

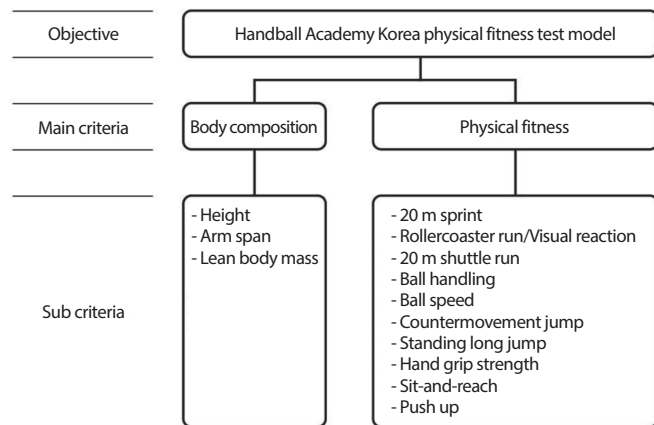


Fig. 2. Structure of AHP model.

1) 선행연구 고찰 및 전문가 회의

핸드볼 선수의 체격 및 체력에 관한 선행연구 중 청소년기의 특성을 반영한 연구자료를 수집하였다. 선행연구 고찰 과정에서 청소년기 핸드볼 선수에게 요구되는 체력요인과 측정항목을 선정하였으며, 선정된 체력요인과 측정항목에 대한 전문가 회의를 진행하였다.

2) 1차 델파이 설문

1차 델파이 설문은 핸드볼 선수에게 요구되는 체격 및 체력요인과 측정항목에 대한 타당성을 평가하는 문항으로 구성되었다. Likert 5점 척도를 활용하여 ‘매우 그렇지 않다’부터 ‘매우 그렇다’까지 응답할 수 있도록 설계되었으며, 개방형 문항을 추가하여 폐쇄형 설문의 단점을 보완하였다.

3) 2차 델파이 설문

2차 델파이 설문은 1차 델파이 설문 결과를 분석하여 평균, 표준편차, 집중경향치, 내용타당도비율(Content Validity Ratio, CVR), 수렴도, 합의도, 안정도를 확인하고, 타당도 기준에 미치지 못한 문항에 대해 추가 설문을 실시하여 사분위수와 중위수를 제시하여 전문가 간 의견 합의를 확보하고자 하였다.

4) AHP 설문

1, 2차 델파이 설문 결과를 토대로 선정된 측정요인 및 측정항목에 대한 AHP 모형이 구조화되었다(Fig. 2). AHP 설문은 델파이 설문 결

과를 종합하여 타당도 기준에 미치지 못한 항목들을 삭제하고, 가중치 부여를 위한 쌍대비교 설문으로 진행하였다. 쌍대비교 설문 시 9점 척도를 사용하는 것이 일반적이지만, 척도의 범위가 너무 클 경우, 응답의 일관성에 문제를 야기할 수 있다[14]. Song & Lee [15]의 연구에서 제시한 5점 척도를 활용하여 일관성 검증 단계에서 발생할 수 있는 문제점을 보완하고자 하였다. 민첩성 검사 방법이 필드플레이어는 롤러코스터 런, 골키퍼는 시각반응으로 구분되는데, 측정항목 가중치의 합이 1.0이 되어야 하므로 AHP 설문에서 롤러코스터 런과 시각반응을 하나의 항목으로 결합하였다.

3. 자료처리방법

전문가 조사에서 수집된 자료를 SPSS 26과 Microsoft Excel 2016을 사용하여 통계처리 하였다. 1, 2차 델파이 설문에서 수집된 자료를 활용하여 평균, 표준편차, 중위수, 사분범위를 산출하였으며, 내용타당도 비율, 수렴도, 합의도, 안정도를 확인하였다. 본 연구에서 내용타당도 비율 .56 이상, 수렴도 .5 이하, 합의도 .75 이상, 안정도 .5 이하의 조건을 모두 만족할 경우 타당한 것으로 판단하였다.

내용타당도비율은 전문가 집단이 ‘타당하다’고 응답한 비율을 나타내며, 패널 수에 따라 내용타당도비율의 최소값을 제시하고 있다. 전문가 패널 수가 17명일 때, .56 이상의 내용타당도비율 값이 산출되어야 타당한 것으로 판단한다[16]. 내용타당도비율을 산출하는 수식은 Equation 1과 같다. N은 전체 응답 사례수이며, Nc는 ‘타당하다’고 응답(4-5점)한 사례 수를 의미한다.

Equation 1

$$CVR = \frac{N_c - \frac{N}{2}}{\frac{N}{2}}$$

수렴도와 합의도는 제 1사분위수(Q1), 제 3사분위수(Q3), 중앙값(Mdn)을 활용하여 산출된다. 수렴도가 0에 가까울수록, 합의도가 1에 가까울수록 전문가 간 의견이 합의되었음을 의미한다. 수렴도와 합의도 수식은 Equation 2와 같다.

Equation 2

$$\text{수렴도} = (Q_3 - Q_1) / 2$$

$$\text{합의도} = 1 - (Q_3 - Q_1) / Mdn$$

안정도는 전문가 간 응답의 일치성을 의미하며, 각 응답의 표준편차를 산술평균으로 나눈 변이계수로 산출한다. 안정도가 .5 이하이면 추가적인 델파이 설문을 진행하지 않으며, .8 이상인 경우 추가적인 델파이

Table 3. Example of an AHP questionnaire

A	A is more important					← Equality →	B is more important					B
Height	5	4	3	2	1	2	3	4	5		Arm span	
Height	5	4	3	2	1	2	3	4	5		LBM	
Arm span	5	4	3	2	1	2	3	4	5		LBM	

Table 4. Random index

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
RI	0	0	0.52	0.89	1.11	1.25	1.35	1.40	1.45	1.49	1.52	1.54

이 설문이 필요하다. 안정도 수식은 Equation 3과 같다.

$$\text{Equation 3} \quad CV = \frac{\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}}{\sum_{i=1}^n x_i}$$

델파이 설문을 통해 타당도가 확인된 측정요인 및 측정항목에 대한 가중치 산출을 위해 쌍대비교 설문을 실시하였다. 전문가 위원들은 AHP 계층구조를 토대로 하나의 대분류에 포함된 모든 소분류 요소들 간의 쌍대비교를 실시하였다. AHP 쌍대비교 설문지의 예시는 Table 3과 같다.

대분류 기준별 쌍대비교 자료를 행렬 형태로 나타내고, 최대고유치 (λ_{max})를 산출하여 이에 대응하는 고유벡터가 각 요소의 중요도로 산출된다. 가중치는 우선순위벡터를 의미하며, 요소의 상대적 중요도로 해석된다. 비교 대상이 되는 n개 요소의 상대적 중요도가 $\omega_i (i=1, 2, 3, \dots, n)$ 일 때, $a_{ij} = \omega_i/\omega_j (i, j=1, 2, 3, \dots, n)$ 에 의해 추정된다. 행렬의 각 요소는 Equation 4에 의해 정의된다.

Equation 4

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & \dots & a_{2n} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & \dots & a_{3n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & a_{n3} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} w_1/w_1 & w_1/w_2 & \dots & w_1/w_n \\ w_2/w_1 & w_2/w_2 & \dots & w_2/w_n \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ w_n/w_1 & w_n/w_2 & \dots & w_n/w_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & w_1/w_2 & \dots & w_1/w_n \\ w_2/w_1 & 1 & \dots & w_2/w_n \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ w_n/w_1 & w_n/w_2 & \dots & 1 \end{bmatrix}$$

$$(AB)_{ij} = \sum_{k=1}^n A_{ik}B_{kj}$$

가중치 판단의 일관성 확인을 위해 Equation 5에 따라 일관성 지수 (Consistency Index, CI), 일관성 비율(Consistency Ratio, CR)을 산출하였다. 무작위 지수(Random Index)는 크기가 n인 일대일 비교 행렬표에 의해 무작위로 생성된 일관성 지수를 의미한다. 무작위 지수는 Table 4와 같다. CR이 .1 이하일 때, 평정이 일관적이라고 판단하며, 모든 쌍대비교 자료는 일관성을 만족하는 자료만을 활용하여 가중치를 산출하였다.

Equation 5

$$\text{Consistency Index (CI)} = (\lambda_{max} - n)/(n-1)$$

$$\text{Consistency Ratio (CR)} = (CI/RI)$$

연구 결과

1. 선행연구 고찰 및 전문가 회의 결과

선행연구 조사를 근거로 전문가 회의를 진행한 결과, 청소년 핸드볼 선수 체력평가모형 개발을 위한 신체조성 측정항목으로 길이요인(신장, 앉은키, 지극), 무게요인(체지방률, 체지방량)이 선정되었고, 체력 측정항목은 스피드(20 m 스프린트), 민첩성(롤러코스터 런, 골키퍼 시각반응), 심폐지구력(20 m 왕복오래달리기), 협응력(볼 핸들링), 순발력(볼 스피드, 제자리 멀리뛰기, 제자리 높이뛰기), 근력(약력), 유연성(앞아랫몸앞으로굽히기), 근지구력(팔굽혀펴기)이 선정되었다.

2. 1, 2차 델파이 설문 결과

선행연구 고찰과 전문가 회의 결과에 따라 선정된 측정요인과 측정항목에 대해 타당도 검증을 실시하였다. 측정요인에 대한 타당도 검증 결과, 길이(CVR=1.00), 무게(CVR=0.67), 스피드(CVR=0.83), 민첩성(CVR=1.00), 심폐지구력(CVR=0.83), 협응력(CVR=1.00), 순발력(CVR=1.00), 근력(CVR=1.00), 유연성(CVR=0.67), 근지구력(CVR=1.00) 요인이 타당도 기준에 모두 만족한 것으로 나타났고, 수렴도 0.5 이하, 합의도 0.75 이상, 안정도 0.5 이하의 조건을 모두 만족하였다. 각 요인의 세부 측정항목에 대한 타당도 검증 결과, 신장(CVR=0.83), 지극(CVR=0.67), 체지방량(CVR=0.64), 20 m 스프린트(CVR=0.83), 롤러코스터 런(CVR=0.83), 골키퍼 시각반응(CVR=0.83), 20 m 왕복오래달리기(CVR=1.00), 볼 핸들링(CVR=0.67), 볼 스피드(CVR=0.67), 제자리 멀리뛰기(CVR=0.67), 제자리 높이뛰기(CVR=0.67), 약력(CVR=0.83), 앞아랫몸앞으로굽히기(CVR=0.83), 팔굽혀펴기(CVR=0.67)가 타당도 기준에 모두 만족하였고, 수렴도 0.5 이하, 합의도 0.75 이상, 안정도 0.5 이하로 전문가 간 의견이 일치하는 것으로 나타났다. 앉은키(CVR=0.46)와 체지방률(CVR=0.46)의 경우, 타당도 판단 기준을 만족하지 않아 사분위수와 중위수를 제시하여 재조사를 실시하였다. 재조사 결과, 앉은키는 타당도 기준(CVR=0.46)을 만족하지 못하였으며, 체지방률은 타당도(CVR=0.46), 수렴도(0.75), 합의도(0.63)가 기준을 만족하지 못하여 청소년 핸드볼 선수 체력평가모형에 적합하

Table 5. Validation of measurement factors

Factors	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Mdn</i>	Q1-Q3	CVR	Convergence	Consensus	Stability	Result
Length	4.67	0.49	5.0	4.0-5.0	1.00	0.50	0.80	0.11	Adoption
Weight	4.33	0.78	4.5	4.0-5.0	0.67	0.50	0.78	0.18	Adoption
Muscle strength	4.50	0.80	5.0	4.0-5.0	0.67	0.50	0.80	0.18	Adoption
Muscular endurance	4.58	0.52	5.0	4.0-5.0	1.00	0.50	0.80	0.11	Adoption
Cardiorespiratory fitness	4.50	0.67	5.0	4.0-5.0	0.83	0.50	0.80	0.15	Adoption
Flexibility	4.25	0.75	4.0	4.0-5.0	0.67	0.50	0.75	0.18	Adoption
Power	4.83	0.39	5.0	5.0-5.0	1.00	0.00	1.00	0.08	Adoption
Agility	5.00	0.00	5.0	5.0-5.0	1.00	0.00	1.00	0.00	Adoption
Speed	4.58	0.67	5.0	4.0-5.0	0.83	0.50	0.80	0.15	Adoption
Coordination	4.75	0.45	5.0	4.8-5.0	1.00	0.13	0.95	0.10	Adoption

M, Mean; *SD*, Standard Deviation; *Mdn*, Median; Q1-Q3, Interquartile range; CVR, Content Validity Ratio.

Table 6. Validation of measurement variables

Variables	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Mdn</i>	Q1-Q3	CVR	Convergence	Consensus	Stability	Result
Height	4.67	0.65	5.0	4.8-5.0	0.83	0.13	0.95	0.14	Adoption
Arm span	4.25	0.75	4.0	4.0-5.0	0.67	0.50	0.75	0.18	Adoption
Sitting height	3.73	1.10	4.0	3.5-4.0	0.46	0.25	0.88	0.30	Deletion
Body fat (%)	4.09	0.83	4.0	3.5-5.0	0.46	0.75	0.63	0.20	Deletion
Lean body mass	4.36	0.81	5.0	4.0-5.0	0.64	0.50	0.80	0.19	Adoption
Hand grip strength	4.25	0.62	4.0	3.0-5.0	0.83	0.50	0.75	0.15	Adoption
Push up	3.92	0.79	4.0	4.0-5.0	0.67	0.00	1.00	0.20	Adoption
20 m shuttle run	4.67	0.49	5.0	4.0-4.0	1.00	0.50	0.80	0.11	Adoption
Sit-and-reach	4.17	0.84	4.0	4.0-5.0	0.83	0.50	0.75	0.20	Adoption
Standing long jump	4.25	1.22	5.0	4.0-5.0	0.67	0.50	0.80	0.29	Adoption
Countermovement jump	4.33	1.23	5.0	4.0-5.0	0.67	0.50	0.80	0.28	Adoption
Ball speed	4.33	1.23	5.0	4.0-4.0	0.67	0.50	0.80	0.28	Adoption
Rollercoaster run	4.42	0.67	4.5	4.0-5.0	0.83	0.50	0.78	0.15	Adoption
Visual reaction	4.58	0.67	5.0	4.0-5.0	0.83	0.50	0.80	0.15	Adoption
20 m sprint	4.58	0.67	5.0	4.0-5.0	0.83	0.50	0.80	0.15	Adoption
Ball handling	4.08	1.17	4.0	4.0-5.0	0.67	0.50	0.75	0.29	Adoption

M, Mean; *SD*, Standard Deviation; *Mdn*, Median; Q1-Q3, Interquartile range; CVR, Content Validity Ratio.

Table 7. Weight of factors

Factors	Weight	Priority Rank
Physical fitness	.617	1
Body composition	.383	2

Table 8. Weight of body composition variables

Variables	Weight	Priority Rank
Height	.423	1
Arm span	.314	2
Lean body mass	.263	3

지 않은 측정항목으로 나타났다(Tables 5, 6).

3. AHP 설문 결과

측정요인 가중치 분석 결과, 체력(.617)이 신체조성(.383)에 비해 중요한 것으로 나타났다. 신체조성 측정항목의 가중치 분석 결과, 신장(.423), 지극(.314), 제지방량(.263) 순으로 가중치가 산출되었다. 체력 측정항목 가중치 분석 결과, 20 m 스프린트(.1328), 롤러코스터 런/골킥퍼 시각반응(.1163), 20 m 왕복오래달리기(.1158), 볼 핸들링(.1100), 볼 스피드(.1072), 제자리 높이뛰기(.1028), 제자리 멀리뛰기(.1000), 악력(.0857),

앞아랫몸앞으로굽히기(.0670), 팔굽혀펴기(.0624) 순으로 가중치가 산출되었다. 청소년 핸드볼 선수 체력평가모형의 가중치는 Tables 7-9와 같다. 측정항목의 가중치를 근거로 Equation 6을 통해 체력수준을 점수화할 수 있다.

Equation 6

Body Composition (A) = .383* Σ (Body composition variables*weight)

Physical Fitness (B) = .617* Σ (Physical fitness variables*weight)

Total = (A)+(B)

Table 9. Weight of physical fitness variables

Variables	Weight	Priority Rank
20 m sprint	.1328	1
Rollercoaster run/Visual reaction	.1163	2
20 m shuttle run	.1158	3
Ball handling	.1100	4
Ball speed	.1072	5
Countermovement jump	.1028	6
Standing long jump	.1000	7
Hand grip strength	.0857	8
Sit-and-reach	.0670	9
Push up	.0624	10

논 의

Delphi 설문을 통한 타당도 검증 결과를 살펴보면, 신체조성(신장, 지극, 제지방량), 스피드(20 m 스프린트), 민첩성(롤러코스터 런, 시각 반응), 심폐지구력(20 m 왕복오래달리기), 협응력(볼 핸들링), 순발력(제자리 멀리뛰기, 제자리 높이뛰기, 볼 스피드), 근력(악력), 유연성(앞아랫몸앞으로굽히기), 근지구력(팔굽혀펴기)이 청소년 핸드볼 선수에게 적합한 측정요인과 측정항목으로 판단되었다. 이는 핸드볼 선수의 체력과 관련된 선행연구의 주장을 뒷받침하였다[17-23].

AHP 설문을 활용한 가중치 산출 결과를 살펴보면, 신체조성 항목 중 신장의 가중치가 가장 높게 산출되었다. 선행연구에 따르면, 높은 신장은 상대선수의 방어벽을 넘어 던질 수 있는 수직 점프 높이에 이점으로 작용하며[24], 신장이 큰 선수일수록 더 우수한 수직 점프 능력을 보인다고 보고되었다[25]. 핸드볼 선수가 신장이 클수록 공격시에는 높은 타점에서 슈팅할 수 있고 수비 시에는 블록샷에서 높이의 우위를 가져갈 수 있으므로 상대적 중요도가 높게 산출된 것으로 사료된다. 지극 역시 신장과 마찬가지로 슈팅과 블록샷에서 긍정적인 영향이 적지 않을 것으로 판단되며, 선행연구에서 지극과 볼 스피드가 양의 상관관계를 나타낸다고 보고된 바 있다[26]. Debanne & Laffaye [27]의 연구에 의하면 지극과 제지방량은 볼 스피드를 예측하는 변인으로 양의 상관관계를 나타내었다.

체력항목 중 20 m 스프린트의 가중치가 가장 높게 산출되었다. 핸드볼 종목에서 단거리 스프린트는 기본적인 요소로서 경기 중 속공 상황과 수비 복귀 시 선수들은 20-30 m의 스프린트가 빈번하게 일어난다[28]. 빠른 스피드는 속공 상황을 유리하게 만들고, 슛 성공률과 리바운드에 기여하기 때문에 중요한 요소라고 할 수 있다[29]. 핸드볼은 짧은 시간 내에 달리기, 방향전환 등의 동작이 이루어지기 때문에 민첩성이 중요한 요소 중 하나이다[30]. 민첩성은 자극에 반응하는 속도나 방향전환에 대한 전신의 움직임으로 정의되는데[31], 롤러코스터 런은 필드플레이어의 드리블, 달리기, 방향전환 능력을 종합적으로 검사

할 수 있으며, 골키퍼 시각반응 측정을 통해 골키퍼의 반응속도 능력을 검사할 수 있다는 점에서 상대적으로 중요한 측정항목으로 평가되었다. 선수들은 경기 중 최대 심박수의 80-90% 정도의 높은 강도로 약 4-6 km를 달리게 되고, 이때 높은 수준의 경기력을 60분 동안 유지하기 위해서 심폐지구력이 요구된다[32]. 왕복오래달리기는 점증부하 방식의 심폐지구력 검사로 널리 사용되고 있으며[33] 다수의 인원을 동시에 측정할 수 있다는 장점이 있다. 협응력은 신체의 다양하고 복잡한 움직임을 조화롭게 수행하는 운동능력을 의미한다[34]. 협응력은 핸드볼 선수에게 공을 다루는 능력과 관련되어 볼 핸들링을 통해 선수가 얼마나 공을 잘 다루는지 평가할 수 있을 것으로 생각된다. 슈팅, 점프 등의 동작에서 순발력과 근력 요인이 강조되며, 순발력과 근력은 엘리트 선수의 경기력에 영향을 미치는 요인으로 여겨진다[35]. 순발력 측정항목으로 볼 스피드, 제자리 높이뛰기, 제자리 멀리뛰기가 다수의 체력검사에서 활용되고 있으며, 본 연구에서도 핸드볼 선수 체력평가에 중요 요인으로 확인되었다. 여러 체력검사에서 근력 측정항목으로 악력이 활용되고 있으며, 악력은 비교적 간단하게 측정할 수 있다는 장점이 있다. 유연성은 동작의 안전성을 높이고, 관절과 근육의 가동범위를 증가시켜 경기수행능력 향상을 기대할 수 있다. 더불어 유연성 부족은 근육 부상의 위험 요인 중 하나로 추정되며, 핸드볼 선수의 유연성 측정을 통해 부상 위험도가 높은 선수에 대한 식별과 예방에 활용되고 있다[36]. 따라서 유연성은 경기력뿐만 아니라 부상과 관련되어서도 중요한 요인이라고 할 수 있다. 유연성 측정으로 앞아랫몸앞으로굽히기가 널리 사용되며, 본 연구에서 앞아랫몸앞으로굽히기의 타당성과 중요도가 확인되었다. 핸드볼은 패스, 슈팅, 점프 등의 동작이 순간적으로 강함 힘에 의해 이루어지고 이러한 동작들이 장시간 반복되므로 상지의 근지구력이 중요하다고 평가되어 팔굽혀펴기가 채택되었다.

제지방량과 앞은키의 경우, 전문가 간 의견 합의가 이루어지지 않고, 타당도가 기준보다 낮게 산출되어 청소년 핸드볼 선수의 체력평가모형에 적합하지 않은 측정항목으로 나타났다. 전문가 의견을 종합해보면, 성장기 청소년 선수들은 성장발육단계에 속하기 때문에 제지방률로 선수를 평가하기에는 무리가 있으며 내배엽형 선수에게 평가가 유리하게 작용할 가능성이 제기되었다. 또한, 포지션에 따라 요구되는 체격조건이 상이할 수 있기 때문에 제지방률의 상대적 중요도가 포지션별로 달라질 수 있다는 의견이 제기되었다. 신장이 중요한 요소이지만, 앞은키는 평가 요소로서 적합하지 않으며 의미를 도출하기 쉽지 않다는 의견이 지배적이었다. 추후, 포지션에 따른 측정요인 및 측정항목에 대한 타당도 검증과 가중치 산출이 필요할 것으로 사료된다.

종합적으로 살펴보면, 핸드볼은 다양한 체력요인이 고르게 중요한 종목으로서 청소년기 선수들에게 복합적인 측면에서의 훈련과 육성이 요구된다고 할 수 있다.

결론

본 연구에서 Delphi와 AHP를 활용하여 청소년 핸드볼 선수에게 요구되는 신체조성 및 체력요인에 대한 타당도 검증 및 가중치 산출을 통해 체력평가모형을 개발하였다. 신장, 지극, 제지방량, 20 m 스프린트, 롤러코스터 런, 시각반응, 20 m 왕복오래달리기, 볼 핸들링, 볼 스피드, 제자리 높이뛰기, 제자리 멀리뛰기, 악력, 앉아있몸앞으로굽히기, 팔굽혀펴기가 측정항목으로서 적합한 것을 확인하였으며, 해당 측정항목의 상대적 중요도에 따라 가중치가 산출되었다. 핸드볼 아카데미 체력평가 모델이 선수의 체력평가나 선수 선발 등에 객관적인 지표로 활용될 수 있을 것으로 기대한다.

CONFLICT OF INTEREST

이 논문 작성에 있어서 어떠한 조직으로부터 재정을 포함한 일체의 지원을 받지 않았으며, 논문에 영향을 미칠 수 있는 어떠한 관계도 없음을 밝힌다.

AUTHOR CONTRIBUTIONS

Conceptualization: JC Park; Data curation: JH Ahn, JC Park; Formal analysis: JH Ahn; Methodology: JH Ahn, JC Park; Project administration: JC Park; Visualization: JH Ahn; Writing - original draft: JH Ahn, JC Park; Writing - review & editing: JC Park.

ORCID

MinKi Kim	https://orcid.org/0000-0003-2776-8231
Jong Chul Park	http://orcid.org/0000-0002-2530-0339
Jee Hwan Ahn	https://orcid.org/0009-0003-1745-2900
Soo-Hyun Park	https://orcid.org/0000-0003-4808-0639

REFERENCES

- Madruga-Parera M, Bishop C, Beato M, Fort-Vanmeerhaeghe A, Gonzalez-Skok O, et al. Relationship between interlimb asymmetries and speed and change of direction speed in youth handball players. *J Strength Cond Res.* 2019;35(12):3482-90.
- Hermassi S, Schwesig R, Wollny R, Fieseler G, Van Den Tillaar R, et al. Shuttle versus straight repeated-sprint ability tests and their relationship to anthropometrics and explosive muscular performance in elite handball players. *J Sports Med Phys Fitness.* 2018;58(3):1625-34.
- Hermassi S, Chelly MS, Wollny R, Ho Meyer B, Fieseler G, et al. Relationships between the handball-specific complex test, non-specific field tests and the match performance score in elite professional handball players. *J Sports Med Phys Fitness.* 2018;58(6):778-84.
- Michalsik LB, Aagaard P, Madsen K. Locomotion characteristics and match-induced impairments in physical performance in male elite team handball players. *Int J Sports Med.* 2013;34(7):590-9.
- Michalsik LB, Madsen K, Aagaard P. Technical match characteristics and influence of body anthropometry on playing performance in male elite team handball. *J Strength Cond Res.* 2015;29(2):416-28.
- Jorge ML, Iván BZ, Jesús SP, Inmaculada TQ, Elena P. Mediation effect of age category on the relationship between body composition and the physical fitness profile in youth handball players. *Int J Environ Res Public Health.* 2020;31(17):2350-65.
- Kim MY. Collecting experts opinion for setting weight on fitness components for constructing fitness score in health-related physical fitness test: the application of analytic hierarchy process. *Korea J Sports Sci.* 2011;20(3):1631-41.
- Chung WC, Park JH. Apply Delphi research method for development for art competition fair assessment scale. *KSME.* 2018;20(2):11-22.
- Cho SS, Lee WY. Determining the order of priority of selection criteria about naturalized foreign athletes as national players with delphi and ahp methods. *Korea J Sports Sci.* 2019;28(1):53-65.
- Hong SJ, Lee GB. The calculation of weight factors for performance evaluation of soccer through Analytic Hierarchy Process. *KSME.* 2017; 19(1):1-12.
- Ozceylan E. A Mathematical model using AHP priorities for soccer player selection: a case study. *SAJIE.* 2016;27(2):190-205.
- You KW. Degree of significance in evaluation of competency in soccer game using fuzzy AHP. *JKSSPE.* 2013;18(1):223-35.
- Yun YK, Lee YS. Hierarchical importance and structure of factors in football performance. *KSSP.* 2006;17(4):87-100.
- Kim JJ, Park IH. A comparative study on the selection method of soccer player using AHP. *KSME.* 2020;22(3):63-76.
- Song KW, Lee Y. Re-scaling for improving the consistency of the AHP method. *Social Sci Research Review.* 2013;29(2):271-88.
- Lawshe CH. A quantitative approach to content validity. *Pers Psychol.* 1975;28(4):563-75.
- Buchheit M, Lepretre PM, Behaegel AL, Millet GP, Cuvelier C, et al. Cardiorespiratory responses during running and sport specific exer-

- cise in handball players. *J Sci Med Sport*. 2009;12(3):399-405.
18. Schorer J, Cogley S, Büsch D, Bräutigam H, Baker J. Influences of competition level, gender, player nationality, career stage and playing position on relative age effects. *Scand J Med Sci Sports*. 2009;19(5):720-30.
19. Roland T, Gertjan E. A comparison of kinematics between overarm throwing with 20% underweight, regular, and 20% overweight balls. *J Appl Biomech*. 2011;27(3):252-7.
20. Ronglan LT, Raastad T, Borgeesen A. Neuromuscular fatigue and recovery in elite female handball players. *Scand J Med Sci Sports*. 2006;16(4):267-73.
21. Marques MC, González-Badillo JJ. In-season resistance training and detraining in professional team handball players. *J Strength Cond Res*. 2006;20(3):563-71.
22. Lee JK, Kim KR. Analysis on factors for deciding performance of handball players by the factor of physical fitness. *Korean Society Sports Sci*. 1997;6(2):169-82.
23. Krüger K, Pilat C, Ucker K, Frech T, Mooren FC. Physical performance profile of handball players is related to playing position and playing class. *J Strength Cond Res*. 2014;28(1):117-25.
24. Mellwig K, Fründ A, Buuren F, Schmidt HK, Treusch A, et al. Development of maximum oxygen uptake in the members of the national German men's handball team. *German J Sports Med*. 2009;60(1):4-6.
25. Aouadi R, Jlid MC, Khalifa R, Hermassi S, Chelly MS, et al. Association of anthropometric qualities with vertical jump performance in elite male volleyball players. *J Sports Med Phys Fitness*. 2012;52(1):11-7.
26. Zapartidis I, Skoufas D, Vareltzis I, Christodoulidis T, Toganidis T, et al. Factors influencing ball throwing velocity in young female handball players. *Open Sports Med J*. 2009;3:39-43.
27. Debanne T, Laffaye G. Predicting the throwing velocity of the ball in handball with anthropometric variables and isotonic tests. *J Sports Sci*. 2011;29(7):705-13.
28. Lidor R, Falk B, Arnon M, Cohen Y, Segal G, et al. Measurement of talent in team handball: the questionable use of motor and physical tests. *J Strength Cond Res*. 2005;19(2):318-25.
29. Esfahankalati A, Venkatesh C. Relationship between psychomotor variables and performance in elite female handball players. *European Academic Res*. 2013;1(9):2574-85.
30. Zapartidis I, Vareltzis I, Gouvali M, Kororos P. Physical fitness and anthropometric characteristics in different levels of young team handball players. *Open Sports Sci J*. 2009;2(1):22-8.
31. Miodrag S, Ante K, Natasa Z, Anne D, Damir S. Reactive agility performance in handball; development and evaluation of a sport-specific measurement protocol. *J Sports Sci and Med*. 2015;14(3):501-6.
32. Manchado C, Pers J, Navarro F, Han A, Eunsook S, et al. Time-motion analysis in women's team handball: importance of aerobic performance. *J Human Sport & Exerc*. 2013;8(2):376-90.
33. Yoon ES, Song HS, Hand TK, Lee HS, Kim TW, et al. Reliability of physical fitness assessment for children aged 4-6 years. *Exerc Sci*. 2021;30(1):25-33.
34. Shin JY, Lee KH, Song HS, Chun BO. Relationship between Eyes-Hands Coordination Test and Reaction Time Test: agreement of evaluation standards. *KSME*. 2019;21(3):47-58.
35. Mohamed S, Souhail H, Roy J. Relationship between power and strength of the upper and lower limb muscles and throwing velocity in male handball players. *J Strength Cond Res*. 2010;24(6):1480-7.
36. Cejudo A, Sainz P, Ayala F, Santonja F. Test-retest reliability of seven common clinical tests for assessing lower extremity muscle flexibility in futsal and handball players. *Phys Therapy in Sport*. 2015;16(2):107-13.