

어린이 영양지수 (NQ, Nutrition Quotient) 모형 개발과 구성타당도 평가*

김혜영(A)¹ · 권세혁² · 이정숙³ · 최영선⁴ · 정해랑⁵ · 곽동경⁶ · 박주연⁷ · 강명희^{8S}

용인대학교 식품영양학과,¹ 한남대학교 비즈니스통계학과,² FANSA,³ 대구대학교 식품영양학과,⁴
(주)영양과 미래⁵, 연세대학교 식품영양학과⁶, 한국암웨이(주)⁷, 한남대학교 식품영양학과⁸

Development of a Nutrition Quotient (NQ) equation modeling for children and the evaluation of its construct validity*

Kim, Hye-Young¹ · Kwon, Sehyug² · Lee, Jung-Sug³ · Choi, Young-Sun⁴
Chung, Hae Rang⁵ · Kwak, Tong-Kyung⁶ · Park, Juyeon⁷ · Kang, Myung-Hee^{8S}

¹Department of Food & Nutrition, Yongin University, Yongin 449-714, Korea

²Department of Statistics, Hannam University, Daejeon 306-791, Korea

³FANSA (Food and Nutrition Statistical Analysis), Seoul 153-764, Korea

⁴Department of Food & Nutrition, Daegu University, Gyeongsan 712-714, Korea

⁵Nutrition for the Future Inc., Seoul 151-848, Korea

⁶Department of Food & Nutrition, Yonsei University, Seoul 120-749, Korea

⁷Amway Korea Ltd., Seoul 135-713, Korea

⁸Department of Food & Nutrition, Daeduk Valley Campus, Hannam University, Daejeon 305-811, Korea

ABSTRACT

The objective of this study was to develop and evaluate the construct validity of a Nutrition Quotient (NQ) for children. In a previous report (Kang, et al., 2012), the food behavior checklist for children's NQ, consisting of 19 items, was grouped into a 5-factor structure according to the exploratory factor analysis: balance, diversity, moderation, regularity, and practice. In this study, the construct validity of the NQ was assessed using a confirmatory factor analysis. Elementary school students (n = 1,393) from six large cities completed the NQ test. Indicator tests suggested an adequate model fit (goodness of fit index = 0.9613; adjusted GFI = 0.95; standardized root mean square residual = 0.0464; chi-square test statistics of <0.001 p-value, 82.1), and item loadings were significant for all subscales (p < 0.05). The standardized path coefficients were used as the weights of the items. The NQ and the 5 factor scores of the student were calculated by the obtained weights of the questionnaire items. Logistic regression was applied to find the significant factors in order to affect a specific nutrient status. The receiver operation characteristic curve analyses were performed in order to find diagnostic cut-off points of the five factors. The food behavior checklist for children's NQ would be a handy and suitable instrument for evaluating dietary behaviors of Korean children. (Korean J Nutr 2012; 45(4): 390 ~ 399)

KEY WORDS: nutrition quotient, children, construct validity, dietary behavior.

서 론

최근 우리사회가 발전함에 따라 국민의 건강과 영양 개선에 대한 관심과 요구가 현저히 증가하고 있다. 이에 따라 국가차원의 영양개선사업 뿐만 아니라, 지자체와 학교에서의 다양한 영

양 증대 프로그램 등이 개발되고 수행되고 있으며, 산업체에서도 사회봉사 차원에서의 영양교육 사업을 수행하고 있다.¹⁻³⁾ 한편, 이러한 영양 개선 사업의 활성화와 함께 각 사업의 효과를 객관적으로 판단할 수 있는 도구의 필요성에 대한 관심도 높아지고 있다.⁴⁾ 개개인의 영양 상태나 영양 개선 사업의 효과를 판정할 때 24

접수일: 2012년 7월 25일 / 수정일: 2012년 8월 5일 / 채택일: 2012년 8월 10일

*This research was supported by a grant from Amway Korea Ltd. in 2011.

^STo whom correspondence should be addressed.

E-mail: mhkang@hnu.kr

© 2012 The Korean Nutrition Society

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

시간 회상법과 식품섭취빈도 조사 등의 도구를 이용하는 것은 매우 바람직한 방법이지만, 이 방법은 조사와 분석에 비용이 많이 들 수 있고, 집단을 대상으로 할 때에는 적합하지 않으며, 훈련받은 전문 인력이 필요하기 때문에 단시간에 영양 상태나 영양 개선 사업의 효과를 판정을 하고자 할 때에는 보다 간단하면서도 타당성이 인정된 도구를 사용하는 것이 필요하다.⁵⁾

미국의 경우 식사내용이 식품피라미드나 식생활지침의 내용과 잘 부합하는 지를 조사하기 위하여 Dietary Quality Index (DQI)^{6,7)}와 Healthy Eating Index (HEI)^{8,9)} 등의 지표를 개발하였는데, 이 지수들은 모두 개개인의 식생활의 질을 평가하는 지표로 사용될 수 있다. 그러나 이들 지표의 정확한 점수 계산을 위해서는 24시간 회상법에 의한 식품섭취량 조사가 선행되어야 하므로 사용하기가 용이하지 않다는 단점이 있다. 한편, 이에 대한 대안으로 여러 가지 타당도 검사를 거쳐서 22개 문항 또는 16개 문항으로 구성된 식행동 체크리스트 (Food Behavior Checklist, FBC)¹⁰⁻¹²⁾가 개발되었는데, 이 지표는 사용자에게 적용하기가 보다 수월한 것으로 평가되었다.

어린이의 경우 주로 섭취하는 식품의 종류나 식습관이 성인과 매우 다르므로, 어린이 식사의 질과 식습관을 반영한 식행동 지수의 개발이 필요하다. 어린이 식생활의 질을 평가하기에 타당한 지표 개발은 거의 이루어지지 않았으며, 성인에서 개발된 식생활 지표를 변형해서 개발한 YHEI (Youth Health Eating Index)^{13,14)}와 FBC-MC (Food Behavior Checklist Modified for Children)¹⁵⁾ 그리고 KIDMED (Mediterranean Diet Quality Index in Children and Adolescents Index)¹⁶⁾ 등이 개발된 정도이다. 우리나라의 경우 어린이의 에너지 과잉섭취 위험¹⁷⁾이나 미량 영양소 섭취부족 위험¹⁸⁾ 등의 특정 영양소의 과부족을 진단하기 위한 식습관 평가표가 개발된 사례는 있지만, 어린이의 전반적인 식생활의 질을 평가하는 식행동 체크리스트를 개발한 사례는 찾아보기 어렵다. 이에 본 연구진은 전보¹⁹⁾에서 우리나라 어린이의 식사의 질과 식행동을 종합적으로 측정할 수 있는 영양 지수 (NQ, Nutrition Quotient) 개발을 위한 어린이 식행동 평가 항목 (Food behavior checklist)을 수렴타당도 (Convergent validity) 분석을 통해 선정하고 탐색적 요인분석 (Exploratory factor analysis)을 통해 이 평가 항목들이 5개의 요인 (균형, 다양, 절제, 규칙, 실천)으로 분류됨을 보고한 바 있다.

본 연구는 전보에서 개발한 어린이 식행동 평가 항목의 구성 타당도를 확인적 요인 분석 (Confirmatory factor analysis)기법인 구조방정식 모형 (LISREL)을 이용해 분석하고, LISREL 분석에서 추정된 경로계수를 가중치로 적용하여 어린이의 전반적인 식생활을 한 번에 평가할 수 있는 NQ (영양지수, Nutrition Quotient) 모형을 산출하는데 그 목적이 있다.

연구 방법

식행동 평가항목과 식사섭취실태의 병행조사 (1차 조사)

NQ 등급별 영양소 섭취실태를 비교하고, NQ 요인별 판정 기준값을 산정하기 위해서 초등학교 어린이 341명을 대상으로 식행동 평가항목과 식사섭취실태 조사를 병행하였다. 조사 대상자와 조사 내용은 전보¹⁹⁾에서 자세히 서술하였다. 간단히 요약하면, 서울 강동구의 1개 초등학교 5, 6학년 학생 341명 (남자 185명, 여자 156명)을 대상으로 2011년 7월에 어린이 식행동 평가항목과 식사섭취 실태를 동시에 조사하였다. 식사섭취 실태조사는 식사기록법으로 조사하였고, 한국영양학회의 Canpro 3.0을 활용하여 영양소 섭취 실태를 분석하였다. 전체적인 식사의 질을 평가하기 위해 조사 대상자의 MAR (Mean Adequacy Ratio)을 분석하였다.²⁰⁾ MAR 분석에 활용된 영양소는 어린이에게 매우 필요하면서도 부족하기 쉬운 단백질, 칼슘, 철, 비타민 A, 비타민 B₂, 비타민 C, 엽산 및 아연이었다.

전국규모 식행동 평가항목조사 (2차 조사)

NQ 평가항목의 구성 타당도 조사와 전국 규모 NQ 점수의 산출을 위하여 전보¹⁹⁾에서 서술한 바와 같이 전국규모의 어린이 식행동 평가항목조사를 수행하였다. 조사대상자는 전국 6개 광역시 (서울, 부산, 광주, 대구, 대전, 인천)에서 사회경제적 수준이 서로 다른 초등학교 2개교씩을 선정하였으며 5, 6학년 각 학년 당 2개 반을 대상으로 식행동 평가항목조사를 수행하였다. 전체 대상자 수는 1,393명이었으며 남자 747명 (53.6%), 여자 646명 (46.4%)이었다. 조사시기는 2011년 10~11월이었다.

확증적 요인분석을 통한 구성타당도 검증

어린이 NQ 산정을 위해 전보¹⁹⁾에서 도출된 5개의 요인과 하위 19개의 설문조사 항목의 구성타당도 검증을 위하여 2차 전국조사 자료를 활용하여 확증적 요인분석인 LISREL (구조방정식 모형) 분석을 실시하였다.²¹⁻²³⁾ 구성타당도는 모형의 적합성 검증인 χ^2 -검정과 경로계수의 유의성 검증인 t-검정으로 검증하였다. 구조방정식 모형의 경로계수들은 최대우도 추정방법 (Maximum likelihood estimation)에 의해 추정하였고, 이를 NQ 점수 산정을 위한 각 변인의 가중치로 사용하였다. SAS version 9.2의 CALIS procedure를 적용하여 LISREL 실증분석을 수행하였다.

NQ 점수 산출과 NQ 등급화

1차와 2차 조사의 NQ 점수는 19개의 각 평가항목 점수 (전보의 Likert scale 중 가장 바람직한 답가지를 100점, 가장 바

람직하지 않은 답가지를 0점으로 하여 0~100점으로 전환한 것)에 개별 NQ 경로계수 가중치 (Table 1의 item weight within NQ)를 곱한 후 합산하여 100점 만점의 NQ점수를 계산하였다. 각 요인별 점수의 경우에도 각 요인별 평가 항목 점수에 개별 요인내 경로계수 가중치 (Table 1의 rounded weight within a factor)를 곱한 후 합산하여 100점 만점으로 환산한 요인별 점수를 계산하였다.

어린이 NQ 점수의 등급화를 위하여 2차 전국조사의 NQ 점수 분포가 정규분포를 따르는지 확률분포함수 추정을 통하여 확인하고, 추정된 누적확률분포함수의 백분위 값을 기준으로 최상위 (NQ 백분위수 ≥ 90), 상위 ($75 \leq$ NQ 백분위수 < 90), 중앙 ($25 \leq$ NQ 백분위수 < 75), 하위 ($10 \leq$ NQ 백분위수 < 25), 최하위 (NQ 백분위수 < 10)의 5개 등급으로 NQ 등급을 나누었다.

요인별 점수와 영양소 섭취실태와의 관련성분석 및 판정기준값

NQ의 5가지 요인점수별 영양상태의 평가를 위해 1차 조사자료를 활용하여 각 요인별 점수와 에너지필요추정량에 대한 섭취 비율 (% EER), 평균 영양소 적정섭취비 (MAR), 그리고, 단백질, 칼슘, 철, 칼륨, 엽산, 아연, 비타민 A, 비타민 C의 권장섭취량 또는 충분섭취량에 대한 섭취비율과의 관련성을 분석하였다.²⁴⁾ 에너지 섭취량의 경우 필요추정량 대비 125%, MAR의 경우 0.75, 그리고 다른 영양소들은 권장 또는 충분 섭취량의 75% 섭취를 기준으로 구분하여 이진형 종속변수로 활용하고, 설명변수로는 각 요인별 점수를 사용하여 로지스틱 회귀분석을 실시하였다.

각 요인점수의 영양소에 대한 판정 기준값을 산정하기 위하여 로지스틱 회귀분석 결과 회귀계수가 유의적인 영양소 종속

Table 1. Path coefficients of LISREL analysis from the 2nd survey and weight assignment of NQ checklist items

Factor	Factor weight within NQ		Checklist items	Item weight within a factor		Item weight within NQ ²⁾
	Path coefficient ¹⁾	Rounded weight		Path coefficient ¹⁾	Rounded weight	
Balance	0.24**	0.25	Legume	0.28**	0.30	0.0750
			Fruit	0.26**	0.25	0.0625
			White milk	0.18**	0.15	0.0375
			Egg	0.15**	0.15	0.0375
			Cooked rice with whole grain	0.13*	0.15	0.0375
			Sum of the balance factor	1.00	1.00	0.2500
Diversity	0.21**	0.20	Diverse side dishes	0.37**	0.40	0.0800
			Vegetables	0.33**	0.30	0.0600
			Kimchi	0.31**	0.30	0.0600
			Sum of the diversity factor	1.00	1.00	0.2000
Moderation	0.08*	0.10	Fast food	0.24**	0.25	0.0250
			Ramyeon	0.20**	0.20	0.0200
			Late-night snack	0.19**	0.20	0.0200
			Street food	0.18**	0.20	0.0200
			Sweet food	0.18**	0.15	0.0150
			Sum of the moderation factor	1.00	1.00	0.1000
Regularity	0.21**	0.20	Meal Regularity	0.46**	0.45	0.0900
			Eating breakfast	0.30**	0.30	0.0600
			TV watching & computer game	0.24**	0.25	0.0500
			Sum of the regularity factor	1.00	1.00	0.2000
Practice	0.26*	0.25	Checking nutrition labeling	0.34*	0.33	0.0833
			Chewing well	0.34*	0.33	0.0833
			Washing hands before meal	0.32*	0.33	0.0833
			Sum of the practice factor	1.00	1.00	0.2500
Total	1.00	1.00				1.0000

1) LISREL result: $\chi^2 = 82.06$, $p = 1.0$, GFI = 0.96, AGFI = 0.95, SRMR = 0.046, 2) Item weight within NQ = rounded factor weight within NQ \times rounded item weight within a factor
*: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$

변수들은 ROC curve²⁵⁾를 분석하여 이를 판정 기준값 추정에 활용하였다. ROC curve 분석에서 민감도 (해당 종속변수 영양소의 '기준량 섭취에 미치지 못하는' 대상자를 '영양 불량'이라고 판별하는 확률)와 특이도 (해당 종속변수 영양소의 '기준량 섭취를 충족하는' 대상자를 '영양 양호'로 판별하는 확률)를 분석하였고, 민감도 70%를 기준으로 판정 기준값 (진단 점수)을 정하였다.

결 과

NQ 모형의 구성타당도 분석과 평가항목의 가중치 부여

전보¹⁹⁾에서 선정된 NQ 모형의 타당성 평가를 위해 본 연구에서는 구조방정식을 활용한 LISREL 분석을 수행하였으며, 그 결과는 Table 1에 나타나 있다. 2차 전국조사 결과를 활용하여 LISREL 분석을 한 결과 Goodness of Fit Index (GFI) = 0.96, Adjusted GFI (AGFI) = 0.95, Standardized Root Mean Square Residual (SRMR) = 0.046, Chi-Square value = 82.06, Chi-Square DF = 147, Probability of Chi-Square = 1로 나타나서, 5개의 잠재변인과 19개의 측정변인으로 구성된 어린이 NQ 모형의 구성타당도는 매우 높은 것으로 판정되었다. 설문조사 항목과 각 요인별로 추정된 표준화 경로계수 값 (path coefficient)들은 통계적으로 모두 유의한 것으로 나타났다.

표준화 경로계수에서 산출된 가중치를 어림수 조정(rounded) 요인별 가중치는 균형 요인 0.25, 다양 요인 0.20, 절제 요인 0.10, 규칙 요인 0.20, 실천 요인 0.25이었고, NQ의 19개 평가항목별 최종 가중치는 각각 0.015에서 0.09의 범위로 다양하게 나타났다. 요인별로 영향을 크게 미치는 평가항목을 순서대로 살펴보면, 균형 요인의 경우 콩제품섭취 > 과일 섭취 > 우유, 달걀, 잡곡밥의 순 이었고, 다양 요인의 경우 반찬 골고루 먹기 > 채소 반찬과 김치 섭취의 순으로 영향을 미치고 있었다. 절제 요인의 경우는 패스트푸드 섭취 > 라면 섭취, 야식, 길거리 음식 > 단 음식 섭취의 순으로, 규칙 요인의 경우는 정해진 시간에 식사하기 > 아침 식사하기 > TV와 컴퓨터 게임 시간의 순으로 영향을 미쳤다. 실천 요인 경우에는 영양표시를 확인하는 것, 음식 꼭꼭 씹어 먹기, 손 씻기가 각각 비슷한 정도로 영향

을 미쳤다.

1차와 2차 조사의 NQ와 요인별 점수

NQ평가 항목의 가중치를 적용하여 2차 조사 (n = 1,393)의 NQ 점수와 요인별 점수를 산출한 결과는 Table 2에 제시하였다. 전국 어린이의 NQ 평균 점수는 64.4점 이었고, 남자 64.6점, 여자 64.2점으로 성별에 따라 유의적인 차이를 보이지 않았다. 요인별로는 균형 요인 56.9점, 다양 요인 75.7점, 절제 요인 72.5점, 규칙 요인 64.2점, 실천 요인 59.6점으로 균형 요인의 점수가 가장 낮았고, 다양 요인의 점수가 가장 높았으며, 성별에 따른 차이는 보이지 않았다. 성별에 따라 NQ와 요인 점수에 차이가 없어서 이후의 자료는 성별을 나누지 않고 수행하였다.

1차 조사 (n = 341)와 2차 조사 (n = 1,393)의 NQ 점수 분포와 각 요인별 점수의 분포를 비교한 그림은 Fig. 1에 나타나 있다. 1차 조사의 NQ 점수 평균치는 65.3점이고, 요인별 점수는 균형 55.7점, 다양 79.5점, 절제 74.6점, 규칙 61.7점, 실천 62.3점으로 2차 조사의 NQ와 요인별 점수의 평균치 (Table 2)와 통계적으로 차이가 유의하지 않았다 (t-검정, 유의수준 5%). 따라서, 이후에 학생들의 영양소 섭취실태 자료의 활용이 필요한 경우에는 영양소 섭취실태 자료가 있는 1차 조사 결과 자료를 활용하였다.

2차 조사의 NQ 점수와 각 개별 요인들 사이에 어떤 상관성을 보이는지의 상관성을 분석한 결과는 Table 3에 나타나 있다. 5개의 요인 모두 NQ 점수와 유의한 양의 상관성을 보여서(p < 0.001), 각 요인 점수의 증가는 모두 NQ 점수의 증가를 가져오는 바람직한 방향으로 나타났다. 가장 높은 상관성을 보인 요인은 실천 요인으로 0.724의 상관계수를, 가장 낮은 상관성을 보인 요인은 절제 요인으로 0.321의 상관계수를 보였다.

전국 어린이 NQ 점수 분포도와 NQ 등급화

전국 어린이 NQ 점수의 분포 (2차 조사)는 Fig. 2에 나타나 있다. 전국 어린이 NQ 점수는 좌우 대칭의 정규분포를 보였으며, NQ의 중앙값은 65.0점, 최소값은 18.4점, 최대값은 97.8점 이었다. 약 50% 정도의 학생들은 NQ점수가 55~75점 사이에 분포되어 있었다. 어린이 NQ의 분포함수는 커널 방법에 의해 추정하였으며 (Fig. 2. 점선 분포함수), 이는 정규분포함수 (Fig.

Table 2. NQ score of the elementary school students from the 2nd survey

Factor	Range ¹⁾	Total (n = 1,393)	Boy (n = 747)	Girl (n = 646)
Balance	0-100	56.9 ± 18.5 ²⁾	57.8 ± 18.6	55.9 ± 18.3 ^{NS3)}
Diversity	0-100	75.7 ± 21.3	75.4 ± 21.6	76.0 ± 20.9 ^{NS}
Moderation	0-100	72.5 ± 17.3	72.4 ± 17.5	72.6 ± 17.0 ^{NS}
Regularity	0-100	64.2 ± 22.4	64.7 ± 22.0	63.7 ± 22.9 ^{NS}
Practice	0-100	59.6 ± 19.9	59.3 ± 20.4	60.0 ± 19.4 ^{NS}
NQ	0-100	64.4 ± 13.3	64.6 ± 13.3	64.2 ± 13.3 ^{NS}

1) factor score = sum of [checklist item score (0-100) × rounded item weight within a factor], NQ score = sum of [checklist item score (0-100) × item weight within NQ] 2) Mean ± SD 3) NS: not significant between boys and girls by the t-test

2. 실선 분포함수)와 통계적으로 유의한 차이가 없었다. 따라서, NQ 분포함수는 정규분포로 추정하여 활용하였다.

전국 어린이 조사의 NQ 점수가 정규 분포를 보이므로 이 백분위 값을 활용하여 어린이의 NQ점수를 5등급으로 분류하였다 (Table 4). NQ 점수의 백분위수가 90 분위수 이상인 경우 '최상위', 75~90 분위수 사이인 경우 '상위', 25~75 분위수 사이인 경우 '중위', 10~25 분위수 사이인 경우 '하위', 10 분위수

미만인 경우 '최하위'로 분류하였고, 각 등급에 해당하는 점수의 범위는 Table 4에 제시하였다.

NQ 등급별 영양소 섭취실태

1차 조사 자료를 활용하여 NQ 등급에 따른 영양소 섭취실태를 비교한 결과는 Fig. 3에 나타나 있다. NQ 등급에 따라 한국인 영양섭취기준에 대한 영양소의 섭취 비율에 유의적인

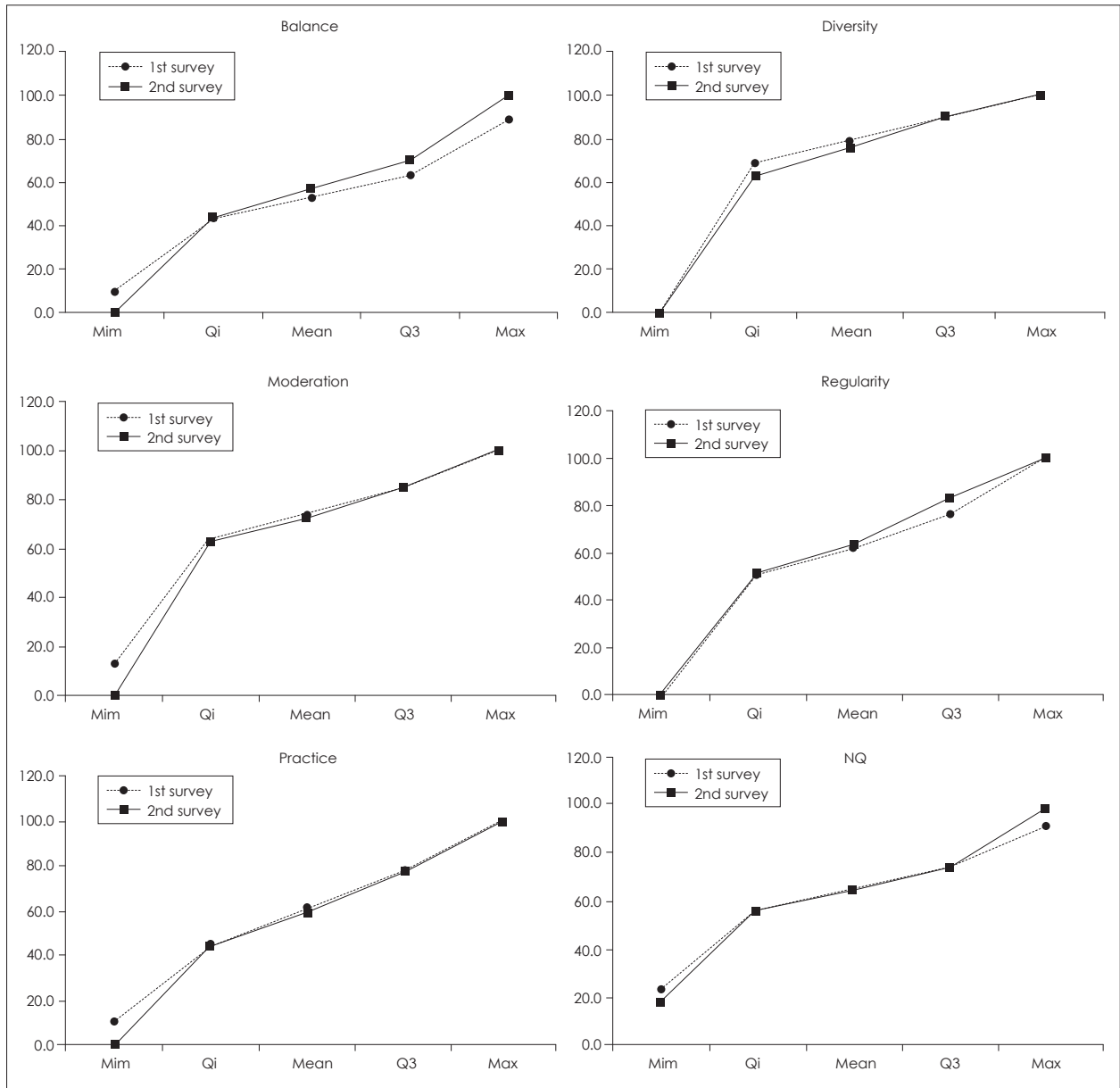


Fig. 1. Comparison of the distribution of NQ and factor scores by quartile between 1st and 2nd student survey.

Table 3. Correlation coefficient between NQ and each factor score

	Balance	Diversity	Moderation	Regularity	Practice
Correlation coefficient	0.697	0.685	0.321	0.672	0.724
p-value	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001

차이가 나는 영양소는 칼슘, 인, 칼륨 및 비타민 C로 나타났다. 칼슘의 경우 최상위 등급은 권장섭취량의 81.1%를 섭취하고 있었으나, 중위 등급은 67.3%, 하위 등급은 62.6%, 최하위 등급은 57.2%로 등급이 낮아짐에 따라 칼슘의 섭취 비율이 현저히 감소하였다. 인의 경우 최상위와 상위 등급은 권장섭취량의 각각 98%, 97.9%로 95% 이상 섭취하고 있었으나, 중위, 하위 및 최하위 등급은 90% 미만을 섭취하고 있었다. 비타민 C의 경우 최상위 등급은 권장섭취량의 82.9%를 섭취하고 있었으나, 중위, 하위, 최하위 등급은 70% 이하를 섭취하고 있었고,

특히 하위 등급은 권장섭취량의 56.8%만을 섭취해서 최상위 등급에 비해 유의적으로 낮게 섭취하고 있었다. 충분섭취량이 제시되어있는 칼륨도 최상위 등급이 중위 이하의 등급에 비해 섭취비율이 유의적으로 높았다. 따라서 NQ 등급이 최상위일 경우 하위나 최하위 등급에 비해 영양소 섭취상태가 양호하고, 특히 성장기 어린이에게 부족하기 쉬운 칼슘, 칼륨 및 비타민 C의 섭취 비율이 유의적으로 높았다.

NQ 요인별 점수와 영양소 섭취 실태와의 관련성

NQ 및 각 요인별 점수가 어린이에게 중요한 영양소들의 섭취실태에 유의한 영향을 미치는지 살펴보기 위하여 로지스틱 회귀분석을 실시하였으며, 그 결과는 Table 5와 같다. 에너지의 경우는 에너지필요추정량의 125% 섭취를 기준으로 하고, MAR (Mean Adequacy Ratio)은 0.75를 기준으로 그리고, 비타민 C와 다른 영양소들은 권장섭취량 또는 충분섭취량의 75% 섭취를 기준으로 두 군으로 분류하여 로지스틱 회귀분석을 실시하였다. MAR의 계산에 포함된 영양소는 단백질, 칼슘, 철, 비타민 A, 비타민 B₂, 비타민 C, 엽산, 그리고 아연이었다.

로지스틱 회귀분석 결과 균형 요인은 MAR, 칼슘, 식이섬유, 철, 칼륨, 아연, 비타민 C와 양의 상관성을 보이고, 에너지와는 음의 관련성을 보였다. 다양 요인과 실천 요인은 비타민 C와 양

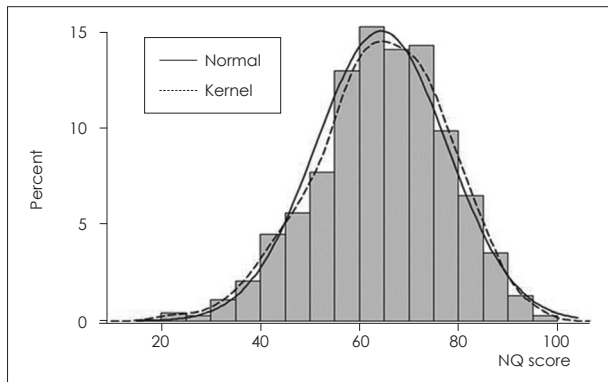


Fig. 2. Distribution of the NQ score of the elementary school students (n = 1,393) from the 2nd survey.

Table 4. NQ score range by the 5 grade criterion

Grade (percentile)	Grade criterion				
	Highest (90 ≤ -100)	High (75 ≤ - < 90)	Medium (25 ≤ - < 75)	Low (10 ≤ - < 25)	Lowest (0 ≤ - < 10)
NQ score	80.9-100.0	73.8-80.9	56.5-73.7	47.6-56.4	0-47.5

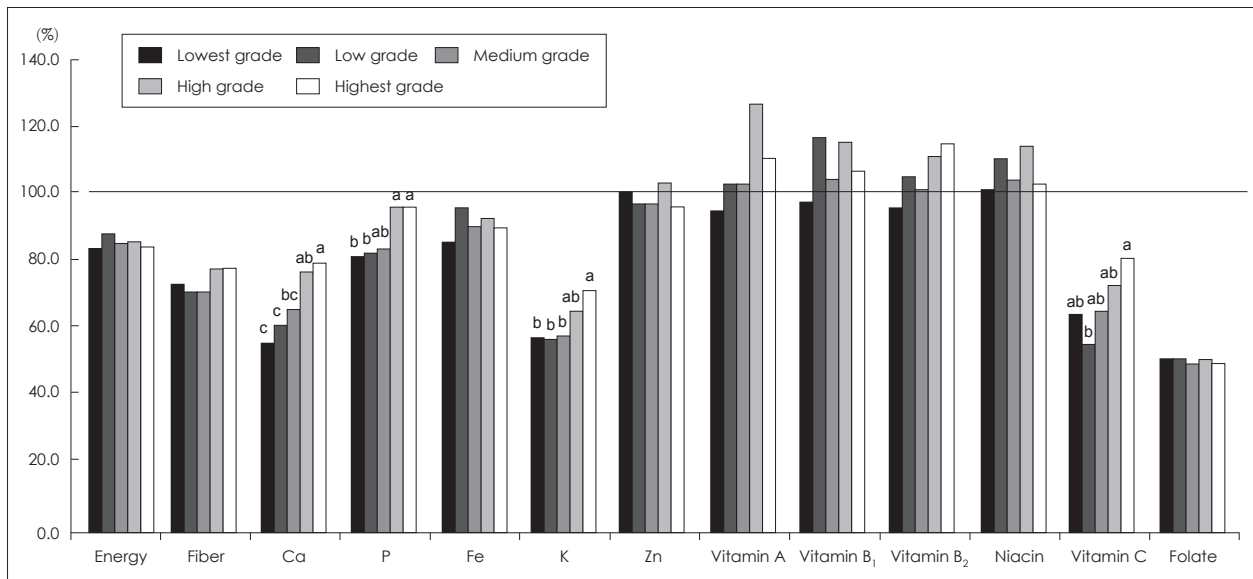


Fig. 3. Percentage of nutrient intake to recommended nutrient intake or adequate intake from the 1st survey 1) Lowest grade: NQ percentile < 10, Low grade: 10 ≤ NQ percentile < 25, Medium grade: 25 ≤ NQ percentile < 75, High grade: 75 ≤ NQ percentile < 90, Highest grade: NQ percentile ≥ 90 2) Different alphabets are significantly different by Duncan's multiple test (p < 0.05).

의 관련성을 보였고, 절제 요인은 에너지와 양의 상관성을 보여서 에너지 섭취가 적을 때 절제 점수가 증가하는 것으로 나타났다. 규칙 요인은 MAR, 칼슘, 철, 칼륨, 아연, 비타민 A와 그리고 NQ 점수는 MAR, 칼슘, 칼륨, 비타민 C와 양의 상관성을 보였다.

요인별 판정 기준값 (진단 점수)

로지스틱 회귀분석 결과에서 유의한 결과를 보인 종속변수 영양소 요인의 경우 ROC curve 분석을 수행하여 각 요인별 진단 기준 점수 산출에 사용하였다. 본 연구의 ROC 분석에서는 영양소 섭취가 불량한 어린이를 영양 불량으로 진단할 확률이 적어도 70% 보장되는 값을 기준 값으로 하기 위하여 민감도가 70% 이상인 값 중 가장 작은 값을 각 요인 점수의 판정 기준값으로 하였고, 분석 결과는 Table 6과 같다.

균형과 규칙 요인의 경우 로지스틱 회귀 분석에서 여러 가지 영양소와 상관성을 보였는데, 평균 영양소 섭취 적정도 (MAR)가 이들 여러 영양소의 섭취 적정도를 대표할 수 있으므로, MAR의 진단 점수를 사용하였다. 절제요인의 경우 에너지 과잉을 평가하는 진단 점수를 절제 요인의 기준값으로 사용하였다. 다양과 실천 요인의 경우 영양소 섭취 실태에서는 비타민 C만 상관성을 보이는 것으로 나타나서 비타민 C의 상태를 판정하는 진단점수를 제시하였다. ROC분석 결과 MAR을 기준으로 한 균형과 규칙 요인의 판정 기준값은 각각 57점과 69점, 에너지 과잉을 기준으로 한 절제요인의 판정기준값은 66점, 비타민 C의

충분 섭취를 기준으로 한 다양과 실천 요인의 판정기준값은 각각 87점과 67점이었다.

NQ 계산과 활용 방법

어린이를 위한 식행동 체크리스트로 설문조사를 수행한 후 본 연구의 NQ 모형에서 제시한 가중치를 대입하면, NQ 점수와 요인 점수를 각각 계산할 수 있다. 균형 요인 점수 계산을 예로 들면, 균형 요인의 5개 항목이 Likert scale에서 모두 최고점을 받은 경우 각 문항 점수를 100점으로 환산하고, 여기에 각 문항의 요인내 경로계수 가중치 (Table 1의 rounded weight within a factor)를 곱하여 합산하면 $(100 \times 0.3) + (100 \times 0.25) + (100 \times 0.15) + (100 \times 0.15) + (100 \times 0.15) = 100$ 점으로 계산된다. 참고로 식행동 체크리스트의 Likert scale 점수를 0~100점으로 전환시, 1~5점 scale은 각각 0, 25, 50, 75, 100점으로 전환하고, 1~4점 scale은 각각 0, 100/3, 200/3, 100점으로 환산한다. NQ 점수는 전국 어린이 조사 결과로부터 나온 NQ 등급표 (Table 3)를 이용하면 개별 어린이가 속한 NQ 점수의 위치를 등급을 통해 파악할 수 있고, 요인 점수는 요인별 기준점수 (Table 6)를 활용하면 각 요인별로 관련된 영양소의 섭취실태를 평가할 수 있다.

고 찰

어린이는 미래 우리 사회의 주인공으로 이들의 식사의 질과

Table 5. Regression coefficients from logistic regression of the 1st survey

	Balance	Diversity	Moderation	Regularity	Practice	NQ
Energy ¹⁾	-0.0278*	0.0102	0.0263*	-0.0002	0.0027	0.0085
Calcium ²⁾	0.0239**	0.0070	0.0059	0.0167**	0.0095	0.0300**
Fiber ²⁾	0.0127*	0.0043	0.0009	0.0052	0.0004	0.0120
Iron ²⁾	0.0151**	0.0016	-0.0011	0.0111**	0.0012	0.0143
Potassium ²⁾	0.0254***	0.0058	-0.0008	0.0137*	0.0107	0.0315**
Zinc ²⁾	0.0233**	-0.0049	-0.0122	0.0113*	0.0023	0.0179
Vitamin A ²⁾	0.0126	0.0069	-0.0012	0.0106*	-0.0005	0.0119
Vitamin C ²⁾	0.0229***	0.0186**	0.0102	0.0088	0.0136**	0.0333***
MAR ³⁾	0.0273***	0.0062	0.0025	0.0188***	0.0066	0.0295***

1) $\leq 125\%$ of energy intake = 0, $> 125\%$ of energy intake = 1 2) $\geq 75\%$ of RNI or AI of a nutrient = 0, $< 75\%$ of RNI or AI = 1 3) MAR (mean adequacy ratio): ≥ 0.75 of MAR = 0, < 0.75 of MAR = 1
 *: $p < 0.1$, **: $p < 0.05$, ***: $p < 0.01$

Table 6. Diagnostic statistics by cut-off point of the 5 factors

Factor	Nutrient with sig. regression coefficient	Cut-off point	Sensitivity	Specificity
Balance	MAR ¹⁾	57	0.7090	0.4928
Diversity	Vitamin C	87	0.7306	0.3438
Moderation	Energy	66	0.7368	0.1739
Regularity	MAR	69	0.7463	0.3961
Practice	Vitamin C	67	0.7020	0.3646

1) MAR: mean adequacy ratio of protein, calcium, iron, vitamin A, vitamin B₂, vitamin C, folate and zinc

영양 상태를 꾸준히 모니터링하고, 개선 방향을 제시하는 것은 앞으로 우리 사회의 건강과 안녕을 위해 매우 중요한 일이다. 어린이의 식행동을 올바르게 평가하기 위한 도구로 직접적인 식사 섭취실태 조사보다 이용하기가 수월한 어린이 식행동 조사 방법을 모색하고자 하는 시도들이 국내외에서 진행되었는데, 이 경우 조사 도구의 목적에 따라 어린이의 전체적인 식사의 질을 평가할 수도 있고, 관심이 있는 특정 식행동에만 초점을 두는 조사 도구를 개발할 수도 있다. 미국의 YHEI (Youth Health Eating Index)^{13,14}와 FBC-MC (Food Behavior Checklist Modified for Children),¹⁵ 독일의 HuSKY (Healthy Nutrition Score for Kids and Youth),²⁶ 스페인의 KIDMED (Mediterranean Diet Quality Index for children and adolescents),¹⁶ 영국의 AFHC (Adolescent Food Habits Checklist)²⁷ 등은 개개인의 전반적인 식생활의 질을 평가하는 도구로 개발되었고, 특정 식행동에 초점을 둔 평가 도구로는 심장질환 예방을 위한 미국의 CATCH (Child and Adolescent Trial for Cardiovascular Health),²⁸ 에너지 과잉섭취¹⁷ 또는 미량 영양소 섭취 부족 위험¹⁸을 파악하기 위한 우리나라의 간식섭취평가표 등이 있다.

본 연구에서는 우리나라 어린이의 전반적인 식생활 실태를 평가하기 위한 목적으로 전보¹⁹에서 개발한 어린이 식행동 평가항목 (Food behavior checklist)에 구조방정식 모형에서 산출된 요인별, 항목별 가중치를 반영한 영양지수 (NQ) 모형을 개발하였다. 본 연구에서 개발한 어린이 NQ는 짧은 시간에 어린이의 전반적인 식사의 질을 평가하고자 하거나 여러 가지 영양중재 프로그램의 효과를 판정하고자 할 때, 또 구체적으로 영양 개선이 필요한 부분을 파악하고 이에 따르는 맞춤형 영양 상담을 하고자 할 때에 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

식사 지표 (Dietary index)는 식사를 총체적으로 파악하는 하나의 도구로 사용될 수 있다.^{29,30} 식사지표를 이용하면 점수가 부여되는데, 이 점수는 식이의 질을 반영하는 점수이므로 사용하는 사람들이 보다 쉽게 식생활 상태를 해석하고 활용할 수 있다는 것이 큰 장점이다. 어린이를 위한 식사 지표들은 식사의 질을 평가하거나, 식습관과 식태도나 신념을 판정하거나 또는 식사와 관련된 질병과의 관계를 살펴본 경우로 구분될 수 있는데, 대부분의 연구가 타당도와 신뢰도의 평가 없이 묘사적인 연구에 머무른다는 문제점이 지적된 바 있다.⁴

개발된 식행동 조사 도구들이 보다 객관적으로 인정을 받기 위해서는 타당도와 신뢰도 평가를 거치는 것이 필요하다. Townsend 등¹¹은 간단한 식사 평가도구인 Food Behavior Checklist (FBC)를 개발하는 과정에서 영양섭취실태와의 상관성을 살펴 본 수렴타당도 (Convergent validity)와 혈액 지표와의 상관성을 살펴 본 준거타당도 (Criterion validity) 분

석을 수행하였다. FBC는 22개의 문항으로 구성되어있는데, 과일 채소 섭취, 우유 섭취, 지방과 콜레스테롤 섭취, 식품 표시 확인 같은 건강한 식행동, 당함유 음료 소비, 그리고 식품 불안정성 등의 항목을 포함하고 있다. 한편, Branscum 등¹⁵은 어린이에게 적용할 수 있는 FBC의 개발을 위해 FBC에서 어린이에게 적합한 문항들을 채택한 후 구조방정식 분석을 이용해서 구성 타당도 (Construct validity)를 평가하였다. 그 결과 어린이를 위한 FBC (FBC-MC)는 과일과 채소 요인 (7문항), 우유 요인 (2문항), 그리고 건강한 식행동 요인 (2문항)의 3변인으로 분류되었고, 개별 측정 문항이 적절하게 잠재변인을 설명하는 것으로 확인하였다. 한편, FBC-MC 경우 앞으로 어린이의 간식섭취에 관한 문항이 추가될 필요가 있고, 문항에 대한 응답 부분을 네, 아니오의 이분선택보다 사지선다나 오지선다 형으로 바꾸는 것이 어린이에게 더 적합하다는 지적이 있었다.¹⁵

구조방정식 모형 분석은 회귀분석과 요인분석을 결합하여 잠재 변인과 측정 변인의 상호 구조 관계를 동시에 분석하는 다변량 분석기법이다.²² 구조방정식 모형의 적합성은 χ^2 -검정의 유의 확률이 1에 가까울수록 적합하다고 판정하고, GIF (Goodness of Fit)과 AGIF (Adjusted GFI)가 각각 0.9 이상이고, SRMR이 0.05 이하인 경우 모형의 적합도가 높은 것으로 판단한다. 구조방정식에서 산출되는 경로계수는 종속변수에 대한 설명 변수의 영향력 크기이므로, 표준화 경로계수를 추정하여 이를 가중치로 사용할 수 있다는 것이 큰 장점이다. 우리나라에서 식생활과 관련된 설문조사 개발 시에 구성타당도의 평가를 통해 설문지의 타당도를 검증하는 것은 아직 매우 초기 단계이며, 현재까지는 어린이 식생활 안전지수의 평가 지표 중 어린이 식생활 인지실천수준의 평가를 위한 설문 조사의 타당도 분석에서 활용한 정도이다.³¹

본 연구에서 개발된 어린이 NQ 모형은 탐색적 요인분석 결과¹⁹ 균형, 다양, 절제, 규칙, 실천의 5가지 잠재 요인으로 구성되는 것으로 나타났는데, 구성 타당도 분석 결과 이들 요인 중 균형과 실천 요인이 영양지수에 미치는 비중이 가장 커서 각각 25%를 차지하고, 다양과 규칙 요인이 각각 20%씩 영양지수에 영향을 미치며, 절제 요인은 10%로 상대적으로 적게 영양지수에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이와 같은 잠재요인들의 영향력 차이는 NQ 점수를 산정할 때도 반영되어서, 본 연구에서 개발된 NQ 점수는 각 평가항목의 일원화된 가중치가 아니라, 잠재 요인 (Latent variable)의 영향력도 반영된 보다 정교한 점수라는 장점을 가지고 있다. NQ 모형의 또 다른 장점은 단일 식행동 조사지 내에 세분화된 5가지 식행동 요인을 함유하고 있으며, 이들 요인들의 개별 점수 계산이 각각 가능하다는 점이다. 따라서 어린이 NQ 조사를 통해 식사섭취실태와 식행동에

대한 전반적인 점수 계산과 함께, 식생활의 어떤 요인들이 양호하고, 어떤 요인들이 앞으로 개선되어야 하는 지에 대한 평가와 제안도 가능하다고 하겠다.

본 연구에서는 어린이 NQ의 평가결과를 6대 광역시의 5, 6학년 어린이 조사에서 산출된 결과 자료를 토대로 해서 등급으로 표기, 제공하도록 제안함으로써 어린이들이 자신의 식행동 수준의 위치를 쉽게 파악하는 것이 가능하도록 하였다. 앞으로 전국의 보다 많은 어린이의 NQ 조사 자료가 확보되면 이를 반영해 NQ 등급에 따른 점수 기준을 조정하는 것이 필요하다고 하겠다. 이에 더불어 NQ 검사를 하고 나서 산출된 NQ 등급과 각 요인별 점수를 어린이들이 보다 쉽게 이해할 수 있도록 어린이를 위한 NQ 평가결과지를 개발하는 것도 필요하겠다. 어린이의 눈높이에 맞도록 쉽게 개발된 평가 결과지는 개인의 행동수정을 용이하게 할 뿐 아니라 현장에서 영양교육의 도구로도 사용될 수 있을 것이다.

요약 및 결론

본 연구는 어린이 식사의 질과 식행동을 종합적으로 평가하고자 선정된 식행동 평가항목 설문지의 구성 타당도를 평가하고, 잠재 요인과 평가 항목에 대한 가중치를 부여하여 우리나라 최초의 어린이 영양지수 (NQ, Nutrition Quotient)를 개발하였으며, 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1) 균형, 다양, 절제, 규칙, 실천의 5개 요인과 19개의 평가항목으로 구성된 어린이 식행동 체크리스트의 구성 타당도를 LISREL 분석으로 평가한 결과 각 요인별 평가항목의 구성은 매우 적절한 것으로 평가되었다 (GFI = 0.96, Adjusted GFI = 0.95, SSRMR = 0.046, $\chi^2 = 82.06$, probability = 1). 표준화 경로 계수를 활용한 NQ 모형의 요인별 가중치는 균형 0.25, 다양 0.20, 절제 0.10, 규칙 0.20, 실천 0.25로 나타났다.

2) 전국 6대 광역시 어린이 (n = 1,393명)의 NQ 점수는 평균 64.4점 (중앙값: 64.97점, 최소값: 18.43점, 최대값: 97.83점) 이었고, 남자 64.6점, 여자 64.2점으로 NQ 점수는 성별에 따른 유의적인 차이를 보이지 않았다. 전국 어린이의 NQ 점수의 분포는 좌우 대칭의 정규분포를 보였으며, NQ 점수와 5개 요인들은 모두 유의적으로 양의 상관성을 보였다. 6대 광역시 어린이의 조사 결과로부터 추정된 NQ 점수의 백분위 값을 활용하여 어린이의 NQ점수를 최상위 (NQ 백분위수 ≥ 90), 상위 (75 \leq NQ 백분위수 < 90), 중위 (25 \leq NQ 백분위수 < 75), 하위 (10 \leq NQ 백분위수 < 25), 최하위 (NQ 백분위수 < 10)의 5등급으로 분류하였다.

3) 1차 (식사섭취 및 식행동)조사 결과에 NQ 등급을 적용시켜 영양섭취상태를 살펴본 결과 NQ 등급이 최상위인 경우 하

위나 최하위에 비해 영양소 섭취상태가 양호한 것으로 나타났다. 특히 성장기 어린이에게 부족하기 쉬운 칼슘, 칼륨 및 비타민 C의 섭취 비율이 유의적으로 높았다.

4) NQ의 요인별 점수와 영양소 섭취상태와의 관련성 파악을 위해 로지스틱 회귀분석을 실시하였고, 요인에 따라 유의한 결과를 보인 영양소 (MAR, 비타민 C, 또는 에너지)의 ROC curve 분석을 통해 요인별 영양상태 판정 기준값 (진단 점수)을 산출하였다.

본 연구에서 개발한 어린이 NQ는 19개 문항의 식행동 설문 조사를 통하여 영양지수 (NQ) 점수와 더불어 균형, 다양, 절제, 규칙, 실천의 5가지 잠재 요인의 점수를 산출할 수 있다. 산출된 NQ와 요인 점수를 이용하여 어린이의 상대적인 NQ등급 부여와 식사의 균형성, 다양성, 에너지의 과잉 섭취 여부, 식사의 규칙성, 그리고 올바른 식생활의 실천 등에 대한 평가가 가능하다. 본 연구에서 개발한 어린이 NQ가 앞으로 어린이 식사의 질과 식행동 평가, 영양상태 변화의 추이 추적 그리고, 영양 교육의 효과 판정 등에 유용하게 활용되기를 기대하는 바이다.

Literature cited

- 1) Ministry of Health and Welfare, Korea Centers for Disease Control and Prevention. The fifth Korea National Health and Nutrition Examination Survey report (KNHANES V-1). 2011
- 2) Seoul City Healthy Tuckshop. [cited 2012 Jul 21]. Available from: <http://www.healthytuckshop.or.kr>
- 3) Jang NS, Kang MH, Chung HK. Community nutrition. Paju: Kyomunsa; 2009. p.334
- 4) Lazarou C, Newby PK. Use of dietary indexes among children in developed countries. *Adv Nutr* 2011; 2(4): 295-303
- 5) Thiagarajah K, Fly AD, Hoelscher DM, Bai Y, Lo K, Leone A, Shertzer JA. Validating the food behavior questions from the elementary school SPAN questionnaire. *J Nutr Educ Behav* 2008; 40(5): 305-310
- 6) Patterson RE, Haines PS, Popkin BM. Diet quality index: capturing a multidimensional behavior. *J Am Diet Assoc* 1994; 94(1): 57-64
- 7) Haines PS, Siega-Riz AM, Popkin BM. The diet quality index revised: a measurement instrument for populations. *J Am Diet Assoc* 1999; 99(6): 697-704
- 8) Kennedy ET, Ohls J, Carlson S, Fleming K. The healthy eating index: Design and applications. *J Am Diet Assoc* 1995; 95(10): 1103-1108
- 9) Guenther PM, Reedy J, Krebs-Smith SM, Reeve BB, Basiotis PP. Development and evaluation of the healthy eating index-2005. Technical report. Alexandria (VA): Center for Nutrition Policy and Promotion, U.S. Department of Agriculture; 2007
- 10) Murphy SP, Kaiser LL, Townsend MS, Allen LH. Evaluation of validity of items for a food behavior checklist. *J Am Diet Assoc* 2001; 101(7): 751-761
- 11) Townsend MS, Kaiser LL, Allen LH, Joy AB, Murphy SP. Selecting items for a food behavior checklist for a limited-resource audience. *J Nutr Educ Behav* 2003; 35(2): 69-77

- 12) Blackburn ML, Townsend MS, Kaiser LL, Martin AC, West EA, Turner B, Joy AB. Food behavior checklist effectively evaluates nutrition education. *Calif Agric* 2006; 60(1): 20-24
- 13) Feskanich D, Rockett HR, Colditz GA. Modifying the healthy eating index to assess diet quality in children and adolescents. *J Am Diet Assoc* 2004; 104(9): 1375-1383
- 14) Hurley KM, Oberlander SE, Merry BC, Wroblewski MM, Klassen AC, Black MM. The healthy eating index and youth healthy eating index are unique, nonredundant measures of diet quality among low-income, African American adolescents. *J Nutr* 2009; 139(2): 359-364
- 15) Branscum P, Sharma M, Kaye G, Succop P. An evaluation of the validity and reliability of a food behavior checklist modified for children. *J Nutr Educ Behav* 2010; 42(5): 349-352
- 16) Serra-Majem L, Ribas L, Ngo J, Ortega RM, Garcia A, Pérez-Rodrigo C, Aranceta J. Food, youth and the Mediterranean diet in Spain. Development of KIDMED, Mediterranean Diet Quality Index in children and adolescents. *Public Health Nutr* 2004; 7(7): 931-935
- 17) Yon M, Hyun T. Development of an eating habit checklist for screening elementary school children at high risk of energy over-intake. *Korean J Nutr* 2008; 41(5): 414-427
- 18) Yon M, Hyun T. Development of an eating habit checklist for screening elementary school children at risk of inadequate micronutrient intake. *Korean J Nutr* 2009; 42(1): 38-47
- 19) Kang MH, Lee JS, Kim HY, Kwon S, Choi YS, Chung HR, Kwak TK, Cho YH. Selecting items of a food behavior checklist for development of Nutrition Quotient (NQ) for children. *Korean J Nutr* 2012; 45(4): 372-389
- 20) Lee RD, Nieman DC. Nutritional assessment, 4th ed. Boston: McGraw-Hill; 2007
- 21) Johnson RA, Wichern DW. Applied multivariate statistical analysis. Upper Saddle River: Prentice Hall; 1992
- 22) Hair FH Jr, Anderson RE, Tatham RL, Black WC. Multivariate data analysis. Upper Saddle River: Prentice Hall; 1995
- 23) Jöreskog KG, Sörbom D. LISREL 8: Structural equation modelling with the SIMPLIS command language. Chicago: Scientific Software International; 1993
- 24) The Korean Nutrition Society. Dietary reference intakes for Koreans. Seoul; 2010
- 25) Ahn JA, Rhu KY. Medicine and health statistical analysis. Seoul: Hannarae Publishing Co.; 2008. p.297-307
- 26) Kleiser C, Mensink GB, Scheidt-Nave C, Kurth BM. HuSKY: a healthy nutrition score based on food intake of children and adolescents in Germany. *Br J Nutr* 2009; 102(4): 610-618
- 27) Johnson F, Wardle J, Griffith J. The adolescent food habits checklist: reliability and validity of a measure of healthy eating behaviour in adolescents. *Eur J Clin Nutr* 2002; 56(7): 644-649
- 28) Smith KW, Hoelscher DM, Lytle LA, Dwyer JT, Nicklas TA, Zive MM, Clesi AL, Garceau AO, Stone EJ. Reliability and validity of the Child and Adolescent Trial for Cardiovascular Health (CATCH) food checklist: a self-report instrument to measure fat and sodium intake by middle school students. *J Am Diet Assoc* 2001; 101(6): 635-647
- 29) Kant AK. Indexes of overall diet quality: a review. *J Am Diet Assoc* 1996; 96(8): 785-791
- 30) Kant AK. Dietary patterns and health outcomes. *J Am Diet Assoc* 2004; 104(4): 615-635
- 31) Kwon S, Kim HY, Lee JS, Kwak TK, Chung HR, Choi YS, Kang MH. Statistical approach to test construct validity and obtain weights for the children's dietary life recognition and practice index. *Korean J Nutr* 2011; 44(1): 41-48