

2018년 한국특수교육학회 춘계학술대회

단일대상설계 그래프 추출을 위한  
온라인 프로그램의 타당도, 신뢰도,  
사용성 비교 분석

2018년 5월 26일

신미경

전주대학교

# 1. 국내외 특수교육 연구의 동향

- ↙ 장애학생을 위한 효과적인 중재의 개발 및 효과 분석에 대한 관심
- ↙ 최근 국내외의 특수교육 분야에서는 **증거 기반의 실제**(Evidence-Based Practice: EBP) 강조
  - 1990년대 의료 분야를 중심으로 증거 기반의 실제가 시작됨(Sackett et al. 1996)
  - 높은 질적 수준의 연구를 강조하며 질적 지표에 대한 기준이 발표됨
  - 미국: What Works Clearinghouse (2011)  
Council for Exceptional Children (2014)
  - 영국: National Institute for Health and Care Excellence (2012)
- ↙ 연구의 **질적 지표**를 평가하며 중재의 효과를 종합·분석하기 위해 **체계적인 문헌분석** 및 **메타분석**을 실시함(Maggin & Odom, 2014)

# 1.1 단일대상연구설계의 활용

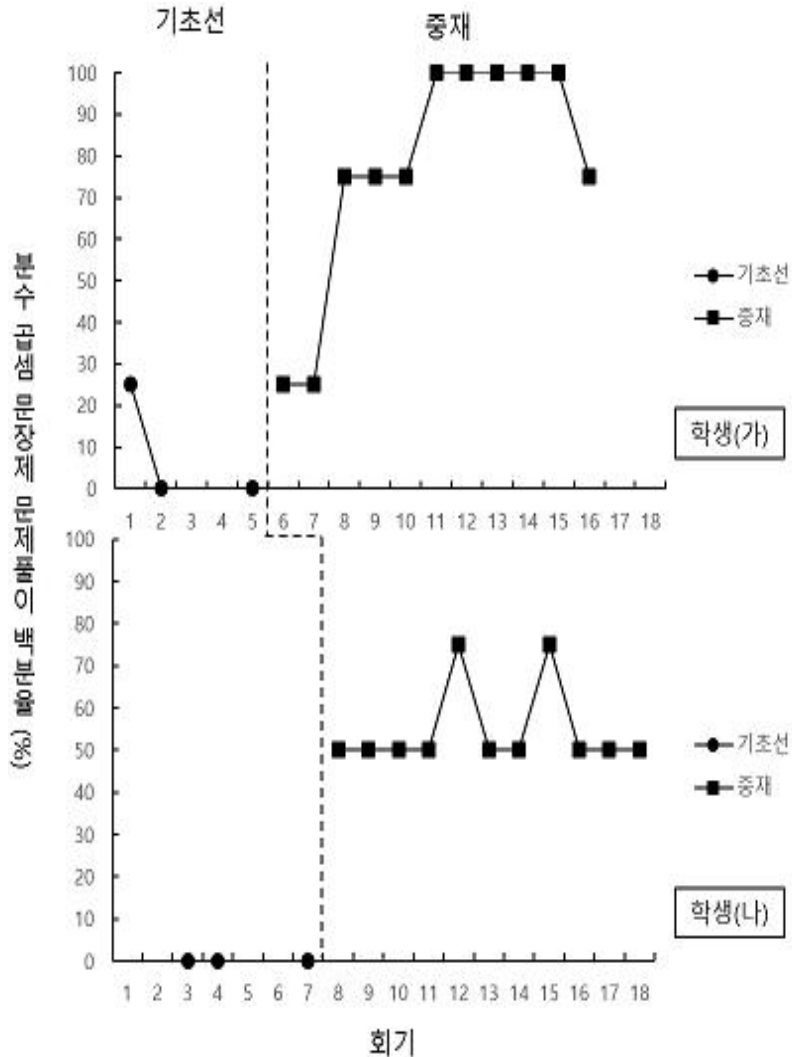
- ↙ 집단 연구는 기본적으로 집단간의 동질성을 중요시하며, 충분한 표본의 크기에 의존함
- ↙ 전통적으로 장애학생을 대상으로 중재를 실시할 때 **단일대상연구설계**를 많이 적용함(양명희, 2016; 이소현 외, 2000)
- ↙ 다양한 행동 특성을 지닌 장애학생을 위해서는 **1:1의 개별적인 중재**가 필요함
- ↙ 종속변인과 독립변인간의 기능적인 관계를 탐색할 수 있음
- ↙ 사례별 중재의 효과를 비교할 수 있음(Horner et al., 2005; Kratochwill et al., 2010)

# 1.2 단일대상연구설계를 위한 질적 지표의 기준

↙ 미국 교육부의 교육과학연구소 What Works Clearinghouse (<https://ies.ed.gov/ncee/wwc>)는 단일대상연구설계의 과학적 증거 자료에 대한 기준 6가지를 제시함(Kratochwill et al., 2013)

구간 내 분석	구간 간 비교
<b>자료의 수준:</b> 기초선 및 중재 구간 내 자료의 평균 점수	<b>즉시성 효과:</b> 중재구간의 마지막 세 자료의 평균과 기초선의 마지막 세 자료의 평균의 차이
<b>자료의 경향:</b> 기초선 및 중재 구간 내에서 자료의 변화 정도를 최적선의 기울기 값	<b>비중복 정도:</b> 기초선과 중재구간 간 자료가 비중복되어 있는지의 정도 (PND, PAND, Tau-U)
<b>자료의 변화율:</b> 기초선 및 중재 구간 내 자료의 범위와 표준편차	<b>비슷한 구간 간 자료의 지속성:</b> 같은 구간(기초선 또는 중재)의 행동이 어느 정도로 예측가능하며, 안정적인 경향을 보이는지 분석

# 1.3 시각적 분석의 예시

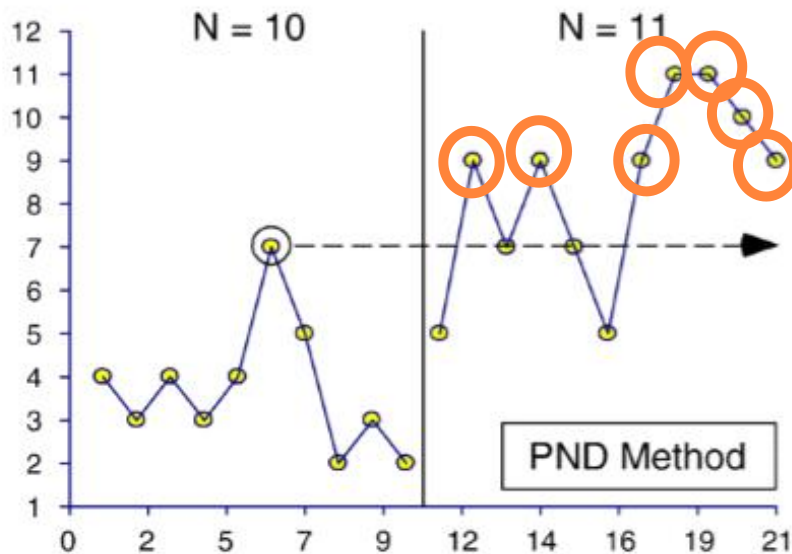


사례	분석 기준	기초선	중재
학생 (가)	회기	3	11
	평균	8.33%	77.27%
	범위	0~25%	25~100%
	경향	-4.81	6.36
	즉시성 효과	—	33.33%
	PND	—	81.82%
	Tau-U	—	0.94**
학생 (나)	회기	3	11
	평균	0%	54.55%
	범위	0%	50~75%
	경향	0.00	0.23
	즉시성 효과	—	50%
	PND	—	100%
	Tau-U	—	1.00**

\* $p < 0.1$ , \*\* $p < 0.05$

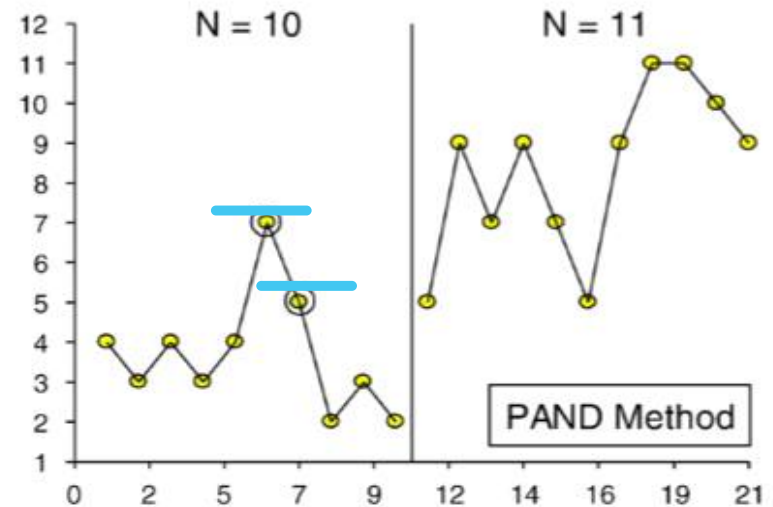
# 1.4 비중복 비율에 기초한 증재 효과 (PND, PAND)

(Parker & Vannest, 2009)



Percentage of Nonoverlapping Data

$$\frac{7}{11} \times 100 = 64\%$$

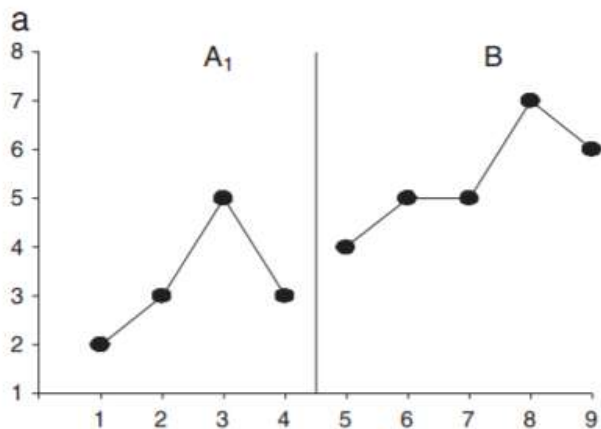


Percentage of **All** Nonoverlapping Data

$$\frac{19}{21} \times 100 = 90\%$$

# 1.5 비중복 비율에 기초한 중재 효과 (Tau-U)

(Parker et al., 2011)



		B				A				
		6	7	5	5	4	3	5	3	2
A	2	+	+	+	+	+	+	+	+	0
	3	+	+	+	+	+	T	+		0
	5	+	+	T	T	-	-	0		
	3	+	+	+	+	+	0			
B	4	+	+	+	+	0				
	5	+	+	T	0					
	5	+	+	0						
	7	-	0							
	6	0								

Mann-Whitney U 테스트와 Kendall's Rank 상관관계처럼 비모수적 통계검정을 통하여, 유의확률( $p$ )과 신뢰구간을 알려줌

$$Tau - U = \frac{S}{\text{쌍대비교 총수}}$$

- \*S = (+) 총 수 - (-) 총 수
- \*신미경 외(2016) 설명 참조

웹 기반 프로그램: <http://www.singlecaseresearch.org/calculators/tau-u>  
(Vannest et al., 2016)

# 1.6 그래프 자료 추출의 필요성

- ↪ 단일대상연구설계를 적용한 중재의 효과성에 대한 체계적인 문헌분석 및 메타분석을 실시하기 위해서 정확한 자료의 값을 알아야 함
  - 하지만 단일대상연구설계를 적용한 실험 연구들은 학생들의 원점수는 보고하지 않고 시각적인 그래프 자료만 보고하는 경우가 많음 (Boyle et al. 2013)
  - 메타분석을 실시하는 연구자들이 원저자들에게 자료를 요청하는 경우 대부분 응답률이 낮고 (Manolov & Solanas, 2013), 더이상 자료가 존재하지 않을 수 있음 (Barlow et al., 2009)
  - 그래서 연구자는 시각적인 그래프의 데이터를 손 또는 디지털 방식으로 추출하여 그래프를 코딩해야 함



# 1.7 본 연구의 필요성 및 목적

- ↙ 최근 발표된 국내의 단일대상연구설계 메타분석들(김병건, 박유정, 2018; 신미경 외, 2016)은 그래프 자료 추출을 위하여 GetData Graph Digitizer라는 온라인 프로그램을 활용하였지만 본 프로그램에 대한 타당도, 신뢰도, 사용성에 대한 연구가 없음
- ↙ 그래서 본 연구에서는 **GetData Graph Digitizer 온라인 프로그램**의 **타당도, 신뢰도, 사용성**에 대하여 비교 분석하는 것을 목적으로 함

## 1.8 연구 문제

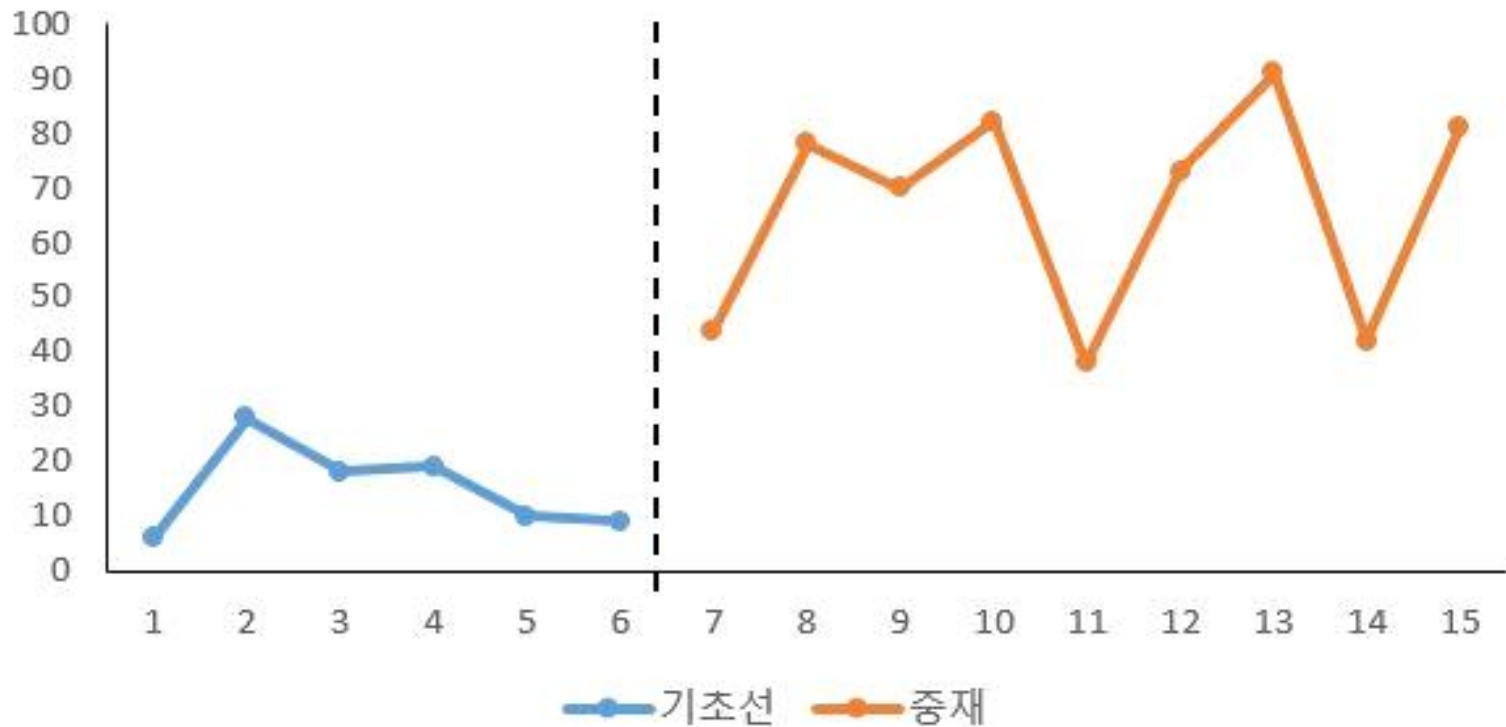
- ↙ **GetData Graph Digitizer** 온라인 프로그램의 **공인타당도**는 무엇인가?
- ↙ **GetData Graph Digitizer** 온라인 프로그램을 활용하여 그래프 자료를 추출한 **코딩자간 신뢰도**는 어떠한가?
- ↙ 특수교육 분야의 전문가 및 대학생은 **GetData Graph Digitizer** 온라인 프로그램의 **사용성**에 대하여 어떻게 인식하고 있는가?

## 2.1 연구 방법: 가상의 그래프 그리기

- ↙ 그래프 추출 프로그램에 대한 타당도 및 신뢰도를 검증한 선행문헌들은 가상으로 그래프를 그려서 사용함(Boyle et al. 2013; Flower et al., 2016)
- ↙ **마이크로소프트 엑셀**을 이용하여 AB 설계와 같이 시계열(time-series) 분석 형식으로 그래프를 구성
- ↙ 기초선과 중재구간의 자료들이 일정한 기준 내에서 **무작위로 결정**되어질 수 있도록 수식을 만들어서 사용함
  - 기초선: `RANDBETWEEN(0,30)`
  - 중재구간: `RANDBETWEEN(31, 100)`

# <엑셀을 활용한 가상 그래프 그리기 예시>

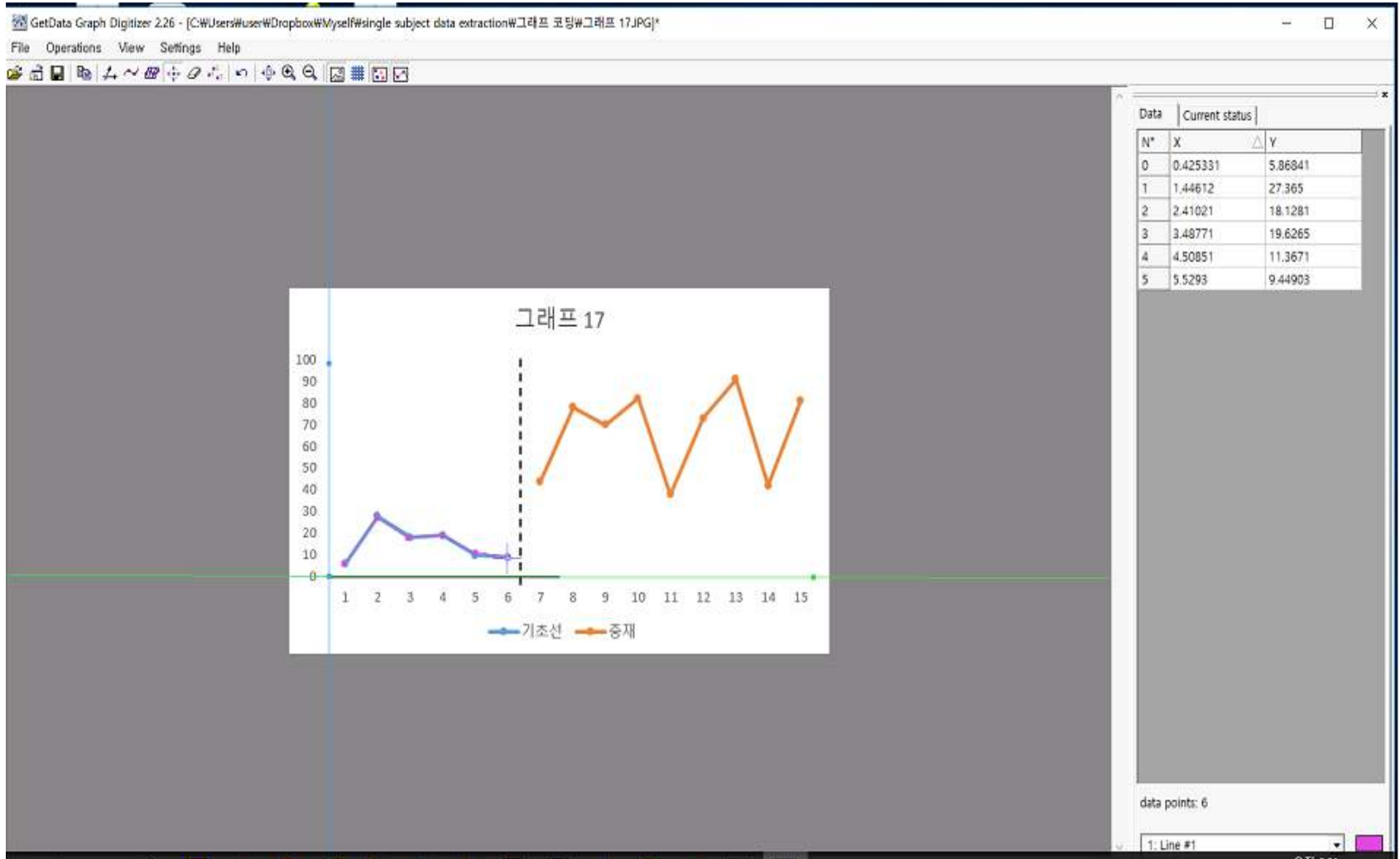
그래프 17



## 2.2 그래프 자료 추출

- ▶ 평가자 1은 공인타당도를 구하기 위하여 **GetData Graph Digitizer** 온라인 프로그램으로 2.1의 과정을 거쳐 그려진 50개 그래프로부터 자료를 추출함(자료 수 = 750개 )
- ▶ 평가자 1은 x축과 y축의 최소값 및 최대값을 이용하여 단위 설정
- ▶ 마우스로 데이터 위에 점을 찍어서 프로그램이 시각적인 그래프를 수치화시키도록 함
- ▶ 디지털화된 개별 구간의 점수는 마이크로소프트 엑셀에 자동으로 코딩됨
- ▶ 평가자 2는 평가자간 신뢰도를 구하기 위하여 전체 그래프 중 무작위로 선택된 25개 그래프(자료 수 = 375개), 평가자 3은 나머지 25개 그래프(자료 수 = 375개) 독립적으로 코딩함

# <GetData Graph Digitizer 활용 예시>



## 2.3 프로그램 사용성 검사지

- ↙ 시스템 사용성 척도(System Usability Scale; Digital Equipment Corporation, 1986)을 수정·보완함
- ↙ 배경 정보(3문항), 시각적인 자료 사용 경험(3문항), GetData Graph Digitizer 2.26에 대한 평가(3문항), 시스템 사용성 척도 (10문항)
- ↙ 구글 온라인 설문 [goo.gl/VYqxEX](https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSf1dGaS5G6XKrvEsSczNe5JZH1aYBMI-jcPH08iRQRiZoyNW4g/viewform)

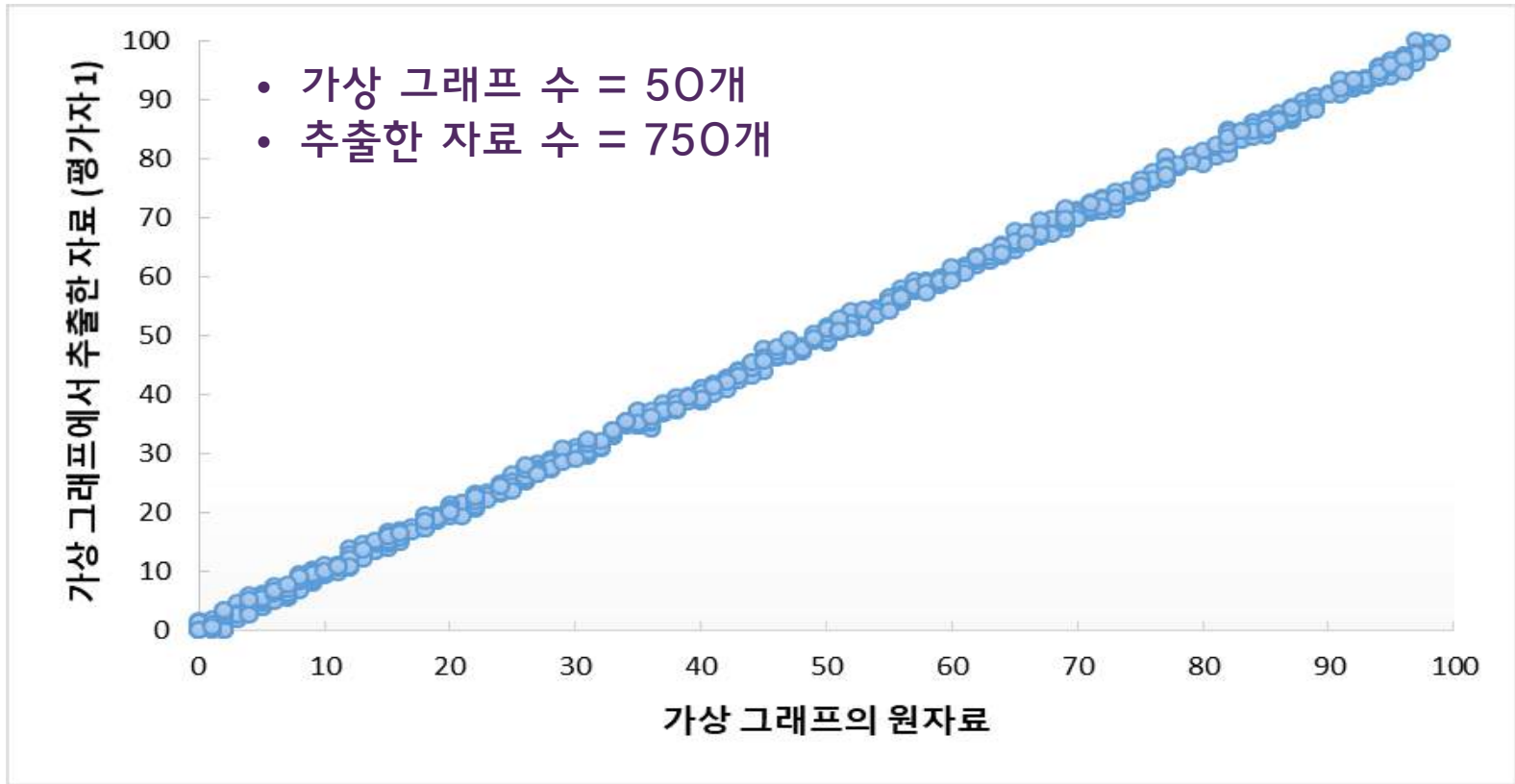


## 2.4 자료 분석

- ▶ 공인타당도 분석: SPSS Statistics 23을 활용하여 엑셀기반의 원자료와 GetData Graph Digitizer 온라인 프로그램을 이용하여 추출한 자료 간의 Pearson's  $r$  상관계수를 구함(Flower et al., 2016)
- ▶ 평가자간 신뢰도 분석: SPSS Statistics 23을 활용하여 평가자 1과 평가자 2의 코딩 자료에 대해 Pearson's  $r$  상관계수를 1차로 구함. 평가자 1과 평가자 3의 코딩 자료에 대해 상관계수를 2차로 구함(Flower et al., 2016)
- ▶ 사용성 검사: 빈도 분석을 통하여 응답자의 평균과 표준편차를 구함

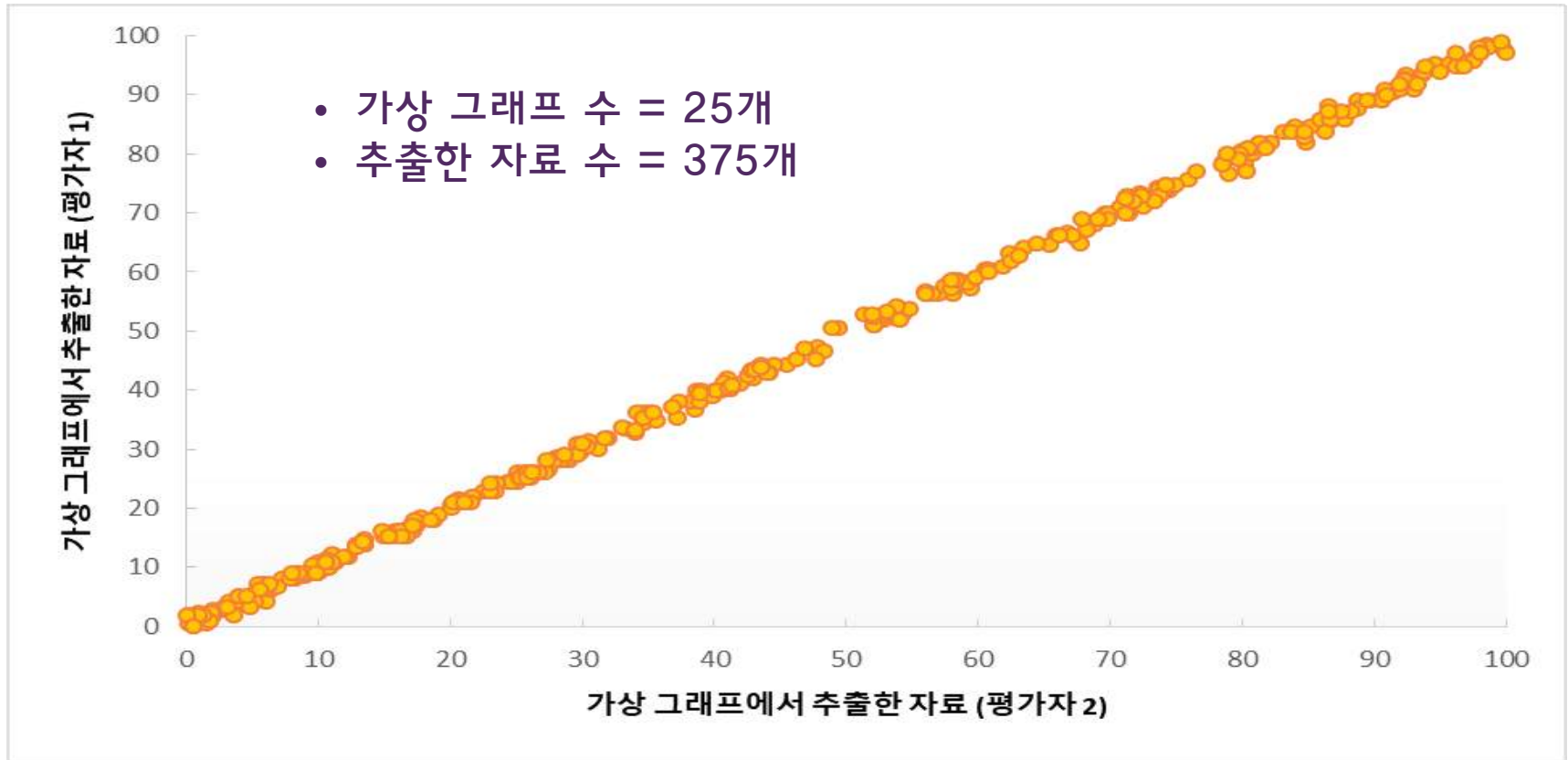


# 3.1 공인타당도 분석 결과



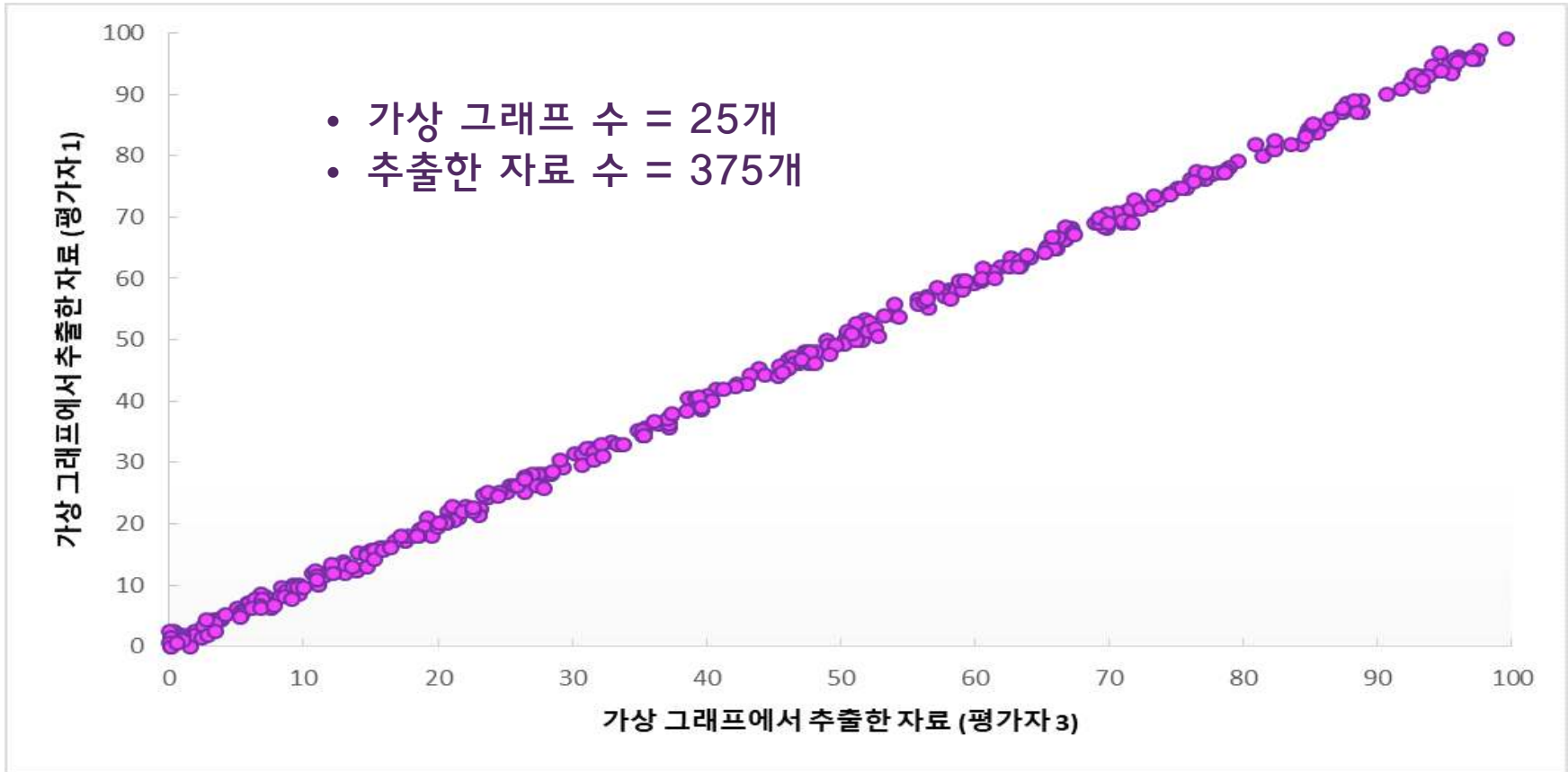
GetData Graph Digitizer 2.26 온라인 프로그램을 이용하여 가상 그래프로부터 추출한 750개의 자료는 원자료의 점수와 비교했을 때 **유의미하게 높은 상관관계**를 가지는 것으로 나타남( $r = 1.00, p < .001$ )

## 3.2 평가자간 신뢰도 1



평가자 1이 GetData Graph Digitizer 2.26 온라인 프로그램을 이용하여 가상 그래프로부터 추출한 375개의 자료는 평가자 2가 추출한 자료의 점수와 비교했을 때 **유의미하게 높은 상관관계**를 가지는 것으로 나타남( $r = 1.00$ ,  $p < .001$ )

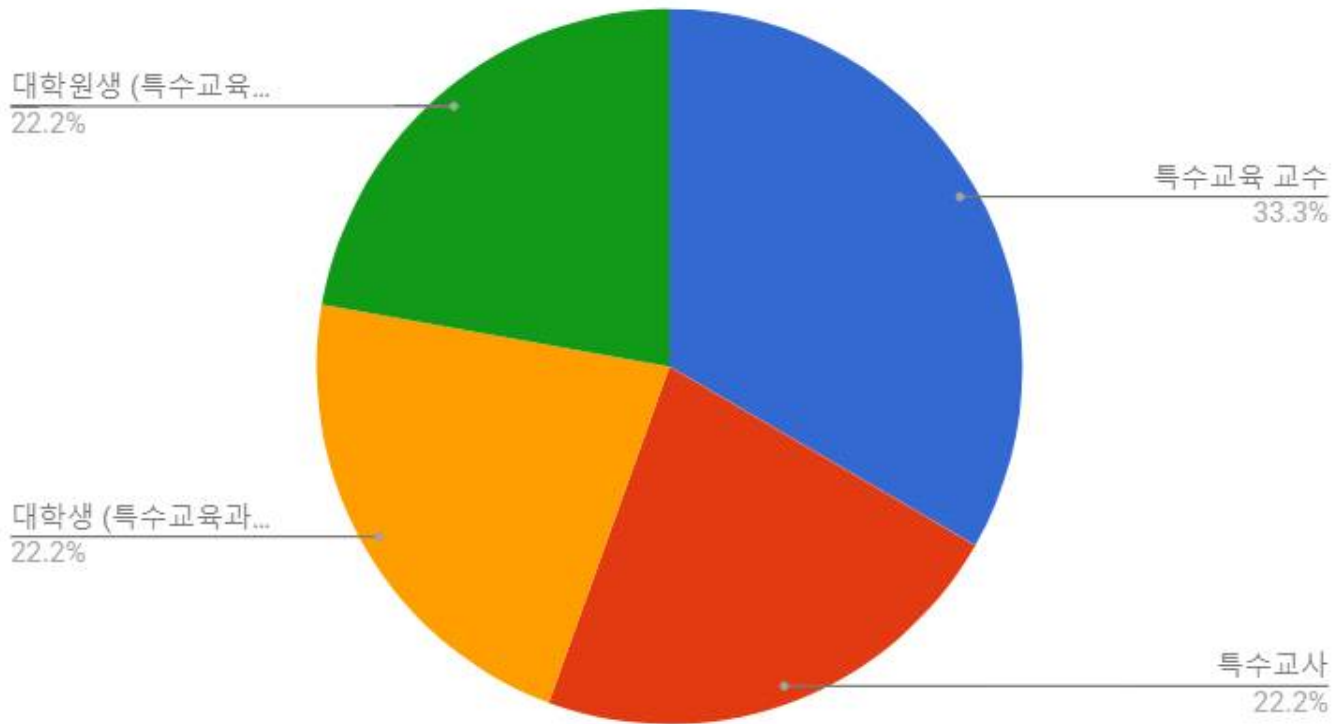
## 3.3 평가자간 신뢰도 2



평가자 1이 GetData Graph Digitizer 2.26 온라인 프로그램을 이용하여 가상 그래프로부터 추출한 375개의 자료는 평가자 3이 추출한 자료의 점수와 비교했을 때 **유의미하게 높은 상관관계**를 가지는 것으로 나타남( $r = 1.00$ ,  $p < .001$ )

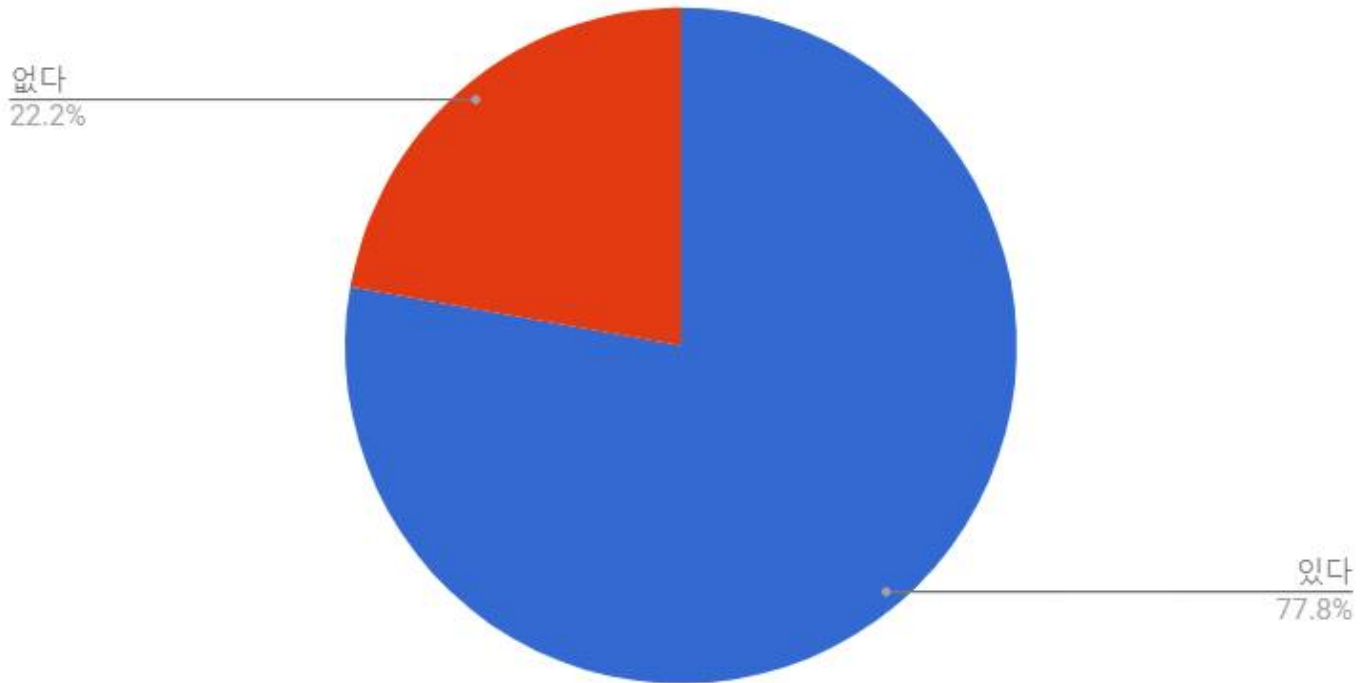
## 3.4 사용성 검사 (인적 사항)

### 3. 직위



## 3.5 사용성 검사 (시각적인 자료 사용 경험)

나는 단일대상연구설계를 활용한 문헌분석이나 메타분석 연구를 한 적이 있다.



〈GetData Graph Digitizer 프로그램 사용 경험〉

- 6개월 미만 사용자 = 3명, 6개월-1년 미만 = 4명, 1년 이상 = 2명
- 모두 컴퓨터에서 사용함

## 3.6 사용성 검사 (시스템 사용성 척도 결과)

시스템 사용성 척도	평균(표준편차)
1. 나는 GetData Graph Digitizer 프로그램(이하 본 프로그램)을 종종 사용하고 싶다.	4.44(0.73)
2. 나는 본 프로그램을 사용하는 것이 복잡하다고 생각한다.	2.56(0.73)
3. 나는 본 프로그램을 사용하는 방법이 쉽다고 생각한다.	3.67(1.12)
4. 나는 본 프로그램의 사용법을 이해하려면 기술자의 보조적인 설명이 필요하다고 생각한다.	3.11(1.45)
5. 나는 본 프로그램의 다양한 기능이 잘 융합되어 있다고 생각한다.	3.67(0.87)
6. 나는 본 프로그램이 일관성 없게 구성되었다고 생각한다.	2.11(0.78)
7. 대부분의 사람들은 본 프로그램의 사용법을 쉽게 익힐 수 있을 것이다.	3.89(0.93)
8. 대부분의 사람들은 본 프로그램을 사용하는 것이 불편하다고 느낄 것이다.	2.44(1.01)
9. 나는 본 프로그램을 자신 있게 사용할 수 있다.	4.11(0.60)
10. 나는 본 프로그램을 활용하려면 좀 더 사용법을 배울 필요가 있다.	3.33(1.22)

\*1 = 매우 아니다, 5 = 매우 그렇다

## 4. 논의

- ↙ 본 연구에서 GetData Graph Digitizer 프로그램은 타당도와 신뢰도가 모두 매우 유의미하게 높았음
- ↙ 하지만 추후에 평가자들이 함께 단일대상연구설계의 그래프를 코딩할 때 컴퓨터 화면에서 보여지는 사진의 크기 및 점을 찍는 위치에 따라서 값이 달라질 수 있음을 유의해야 함
- ↙ 그래프에서 자료를 추출할 때 평가자들은 일정한 기준을 정해야 함 (예: 자료의 중간을 찍음)
- ↙ 실제 현장에서의 학생의 행동(종속변인) 점수는 주로 자연수로만 표기되는 경우가 많으므로 연구자는 소수점으로 찍힌 엑셀 자료를 보고 어떤 자연수인지를 재확인해야 함

# 참고문헌

- ☛ 김병건, 박유정 (2018). 장애학생을 위한 비디오모델링 기반 중재 효과: 단일대상 메타분석에 근거하여. *특수교육학연구*, 52(4), 69-86.
- ☛ 신미경 (2018). 초등학교 수학부진학생을 위한 '재미난 분수' 가상조작물 웹사이트 개발 및 가상조작물-반구체물-추상기호의 명시적이고, 순차적인 교수 효과. *학습장애연구*, 15(1), 1-35.
- ☛ 신미경, 박은혜, 김영태, 강진경 (2016). 장애학생들의 음운인식 및 단어재인능력 향상을 위한 읽기중재: 단일대상 메타분석 연구. *특수아동교육연구*, 18(2), 45-75.
- ☛ 양명희 (2016). 행동수정에 기초한 행동지원. 서울: 학지사
- ☛ 이소현, 박은혜, 김영태 (2000). 단일대상연구. 서울: 학지사.
- ☛ Barlow, D. H., Nock, M. K., & Hersen, M. (2009). *Single case experimental designs: Strategies for studying behavior change* (3rd ed.). Boston, MA: Allyn & Bacon.
- ☛ Boyle, M. A., Samaha, A. L., Rodewald, A. M., & Hoffmann, A. N. (2013). Evaluation of the reliability and validity of Graph Click as a data extraction program. *Computers in Human Behavior*, 29, 1023-1027.
- ☛ Council for Exceptional Children. (2014). *Council for Exceptional Children standards for evidence-based practices in special education*. Retrieved from <http://www.cec.sped.org/~media/Files/Standards/Evidence%20based%20Practices%20and%20Practice/CECs%20Evidence%20Based%20Practice%20Standards.pdf>
- ☛ Digital Equipment Corporation. (1986). *System Usability Scale*. Retrieved from <https://www.usability.gov/how-to-and-tools/methods/system-usability-scale.html>
- ☛ Flower, A., McKenna, J. W., & Upreti, G. (2015). Validity and reliability of GraphClick and DataThief III for data extraction. *Behavior Modification*, 40(3), 396-413.
- ☛ Horner, R. H., Carr, E. G., Halle, J., Mcgee, G., Odom, S., & Wolery, M. (2005). The use of single-subject research to identify evidence-based practice in special education. *Exceptional Children*, 71, 165-179.



# 참고문헌

- ☛ Kratochwill, T. R., Hitchcock, J., Horner, R. H., Levin, J. R., Odom, S. L., Rindskopf, D. M., & Shadish, W. R. (2010). *Single-case designs technical documentation*. Retrieved from [http://ies.ed.gov/ncee/wwc/pdf/wwc\\_scd.pdf](http://ies.ed.gov/ncee/wwc/pdf/wwc_scd.pdf)
- ☛ Kratochwill, T. R., Hitchcock, J., Horner, R. H., Levin, J. R., Odom, S. L., Rindskopf, D. M., & Shadish, W. R. (2013). Single-case intervention research design standards. *Remedial and Special Education, 34*, 26-38.
- ☛ Maggin, D. M., & Odom, S. L. (2014). Evaluating single-case research data for systematic review: A commentary for the special issue. *Journal of school psychology, 52*, 237-241.
- ☛ Manolov, R., & Solanas, A. (2013). A comparison of mean phase difference and generalized least squares for analyzing single-case data. *Journal of School Psychology, 51*, 201-215.
- ☛ National Institute for Health and Care Excellence. (2012). *The guidelines manual*. Retrieved from <https://www.nice.org.uk/process/pmg6/chapter/introduction>
- ☛ Parker, R. I., & Vannest, K. J. (2009). An improved effect size for single case research: Nonoverlap of all pairs (NAP). *Behavior Therapy, 40*, 357-367.
- ☛ Parker, R. I., Vannest, K. J., Davis, J. L., & Sauber, S. B. (2011). Combining non-overlap and trend for single case research: Tau-U. *Behavior Therapy, 42*(2), 284-299.
- ☛ Sackett, D. L., Rosenberg, W. M., Gray, J. A., Haynes, R. B., & Richardson, W. S. (1996). Evidence based medicine: What it is and what it isn't. *British Medical Journal, 312*, 71-72.
- ☛ Vannest, K.J., Parker, R.I., Gonen, O., & Adiguzel, T. (2016). *Single case research: Web based calculators for SCR analysis*. (Version 2.0) [Web-based application]. College Station, TX: Texas A&M University. Retrieved from [singlecaseresearch.org](http://singlecaseresearch.org)
- ☛ What Works Clearinghouse. (2011). *Procedures and standards handbook* (Version 2.1). Retrieved from [http://ies.ed.gov/ncee/wwc/pdf/reference\\_resources/wwc\\_procedures\\_v2\\_1\\_standards\\_handbook.pdf](http://ies.ed.gov/ncee/wwc/pdf/reference_resources/wwc_procedures_v2_1_standards_handbook.pdf)