Journal of the Korean Society of Safety
Vol. 34, No. 1, pp. 70-75, February 2019
https://doi.org/10.14346/JKOSOS.2019.34.1.70

ISSN 1738-3803 (Print)
ISSN 2383-9953 (Online)
http://www.kosos.or.kr/jkosos

고령운전자 인지반응시간에 대한 연구

이대희*† · 박진수*

A Study of the Reaction Time on Older Driver

Dae Hee Lee*† · Jin Soo Park*

†Corresponding Author
Dae Hee Lee
Tel : +82-10-2505-7765
E-mail : primette@koroad.or.kr

Received : August 23, 2018
Revised : October 26, 2018
Accepted : February 13, 2019

Copyright@2019 by The Korean Society of Safety All right reserved.

Abstract : The aging of society is not only Korea's challenge but also a global issue. This leads to an increase in the number of elderly drivers who are much more prone to major traffic accidents. Therefore, we need a system to test aged drivers' driving abilities. As part of efforts to establish such a system, researchers of KoROAD. have conducted a study on the correlation between aging and driving abilities by analyzing old drivers' reaction time. The study shows that there was a sharp increase in reaction time for drivers aged 65 and over. The current reaction time of 2.5 secs for the 85 percent of eligible drivers needs to be revised upward in aging societies. From now on, we need to come up with the traffic safety measures that can deal with the issue of drivers of old age.

Key Words : old driver, perceive and reaction time of old driver, aging of society

1. 서 론

고령화는 우리만의 문제가 아니라, 세계적인 문제가 되었다. 우리나라의 교통사고는 감소하는 추세에 있지만, 고령운전자 사고는 증가하고 있으며, 고령운전자 또한 급증하고 있다. 2001년에 362,156명이던 65세 이상 고령운전자는 2014년에 이르러 2,078,855명으로 5.7배 증가하였으며, 점점 더 가파른 추세가 될 것으로 예측된다. 미래학자들은 2025년에 65세 이상 고령자가 전체 인구의 20% 이상을 차지하는 초고령 사회에 진입한다고 예측한다. 이제 고령화 사회는 피할 수 없는 현실이 되었으며, 교통안전 분야에서도 고령화 사회에 대비하기 위한 준비가 필요하다고 할 수 있다. 고령화 사회에 맞는 교통안전 대책과 보편적이고 합리적인 교통규제 대책을 마련하기 위한 기초자료를 얻고자, 신체기관의 노화와 고령운전간의 연관관계에 대한 연구를 하고자 하였으며, 그것의 척도 중 하나로 볼 수 있는 인지반응시간과 고령운전간의 연관관계를 보고자 한다.

본 연구에서는 도로교통공단에서 실시하는 "고령운전자 인지기능검사"의 결과를 활용하여 그 결과 데이터 반응시간을 추출하여 연령에 따른 고령운전자 인지반응시간을 촘촘히 구해보고자 한다. 또한, 그 결과를 근거로 고령운전자를 포함하여 운전하는 전 연령대를 관통하는 인지반응시간의 변화를 추정하여 다가오는 고령화 사회에 대처하기 위해 필요한 교통안전대책에 관한 의미 있는 사실을 확인해 보고자 한다.

2. 연구범위 및 방법

초고령 사회 진입은 피할 수 없는 현실이기에 고령운전자 교통안전 대책과 보편적이고 합리적인 교통규제 대책과 교통안전 교육의 기본 자료를 얻기 위한 기초연구는 매우 절실하다.

2.1 연구대상

도로교통공단에서는 65세 이상 고령운전자를 대상으로 고령운전자 안전교육을 실시하고 있다. 수강을 희망하는 고령운전자의 신청에 따라 도로교통공단 시도지부 및 운전면허시험장에서 정해진 일시에 무료로 실시하고 있다. 그 3시간 교육 중에는 "고령운전자 인지기능검사"가 포함되는데, 검사 내용은 다음과 같은

*서울시립대학교 교통공학과 박사과정 (Department of Traffic Engineering, University of Seoul)

속도 및 거리추정, 시공간기억, 지속주의, 분산주의 등 4가지로 구분한다. 이 4가지 검사 결과 중 본 연구에서는 지속주의 검사의 결과 데이터인 인지반응시간 데이터를 분석하여 고령운전자의 인지반응시간과 노화와의 관계를 분석하고자 한다.

여기서 보고자 하는 지속주의 검사항목은 화면상의 녹색의 자동차 후미 등이 불규칙하게 적색으로 변하는 상황에 맞추어 녹색에서 적색버튼으로 손을 옮기는 시간을 측정하여 인지능력을 평가하는 항목이다. 1인당 12회의 반복 검사를 통하기 때문에 지속주의 검사 결과는 1인당 12건의 인지반응시간을 구할 수 있으며, 본 연구에서는 이 데이터를 활용하고자 한다.

2.2 연구범위

도로교통공단 인지반응시간 데이터를 분석하여 먼저 65세 이상 고령운전자의 연령에 따른 인지반응시간의 변화와 이와 관련된 고령운전자 연령별 특이점에 대한 선행 연구를 보고자한다. 따라서 고령운전자 연령에 따라 어떤 의미있는 변화가 있는 지를 우선적으로 보고자 한다.

그리고, 의미 있는 선행연구 결과를 활용하여 본연구인 65세 이상 고령운전자 인지반응시간의 변화와 기존연구인 20세 이상 성인운전자 인지반응시간의 변화를 매치하고자 한다. 만약, 이번 연구의 결과가 옳고, 고령운전자 또는 성인운전자의 연령에 따른 인지반응시간에 대한 선행연구가 옳았다면, 두 연구 사이에는 의미 있는 매치포인트가 있어야 한다.

결국 본 연구는 65세 이상 연령에 따른 인지반응시간의 변화를 보고, 선행연구의 결과를 본연구와 매치시켜 운전연령대의 20세에서 85세까지 인지반응시간의 변화를 보고자 하는 것이며, 이는 궁극적으로 교통안전 대책에 소외되었던 연령인 고령운전자 및 고령층을 포괄하는 교통안전정책의 기초 자료를 만들고자 하는 것과 같다.

2.3 선행연구

인지반응시간(PRT : Perception and Reaction Time)에 대한 선행연구는 다양하게 이루어져왔다. Expected 와 Unexpected, 인지반응시간에 대한 정의, 차량 속도에 따른 운전자 인지반응시간의 변화 등 매우 많은 연구가 있으나, 연령에 따른 인지반응시간의 변화에 대한 연구는 그리 활발하지 못하다.

인지반응시간은 “운전자가 바라보는 시간에 비춰진 어떤 사물 또는 상황과 운전자가 반응을 최초로 나타내는 시간 간격”이라고 Olson(1996)이 정의하였다.

현재 국내에서는 일반적으로 AASHTO(American Association of State Highway and Transportation Officials)에서 정한 인지반응시간인 2.5초를 설계기준으로 사용하고 있고, 신호교차로 설계기준 인지반응시간은 1.0초, 비신호 교차로 에서는 2.0초로 제시되어 왔고, 교통사고분석에서는 0.7 ~ 1.0초를 인용하고 있다[5].

도로설계에서 사용되는 2.5초는 1950년대 실시한 실험의 95 percentile 값이라, 현재까지 약 60년간 사용하는 것에 대한 제고의 여지가 있기도 하며, 또 한편에서는 전 세계적으로 진행되는 노령화사회 진입을 교통현장에 반영하지 못하는 값이라는 논의가 있기도 하다.

2.3.1 주재홍[1]

교통안전공단 교통안전교육센터에 설치되어 있는 가상 운전시뮬레이터와 시험장에 설치되어 있는 인지반응 측정 장치를 활용하여 연령 변화에 따른 인지반응시간을 수치적으로 측정하여 인진반응시간에 대한 백분위수의 특성을 고찰하였으며, 시뮬레이터에서 앞차량 급정지 시 20대 ~ 30대, 40대 운전자 85 percentile 인지반응시간은 1.3초에 가까운 반면, 50대 이상에서는 2.1초 이상의 분포를 보인다.

2.3.2 김태호[2]

교통안전공단 2006년 연간 수검자료 중 32,803명의 자료를 수집하여 연령대별 운전자의 인적특성분석을 한 결과, 51세가 운전능력에 연관된 연령 임계점임을 밝혀냈다. 속도예측능력, 주의전환능력, 주의배분능력, 선택적주의능력, 거리지각능력 및 교통사고특성에 대한 분석 결과 등으로 볼 때, 51세를 기준으로 크게 2개의 집단으로 규명됨을 확인했으며, 법적인 고령운전자 기준(65세) 보다 상당히 낮은 것으로 나타났다.

2.3.3 J. Ashok[4]

비고령 운전자와 고령 운전자의 브레이크반응시간을 구하기 위해, 브레이크 페달을 감지하는 전기장치를 자동차에 설치하여 18세에서 65세 사이의 남자운전자를 대상으로 실험을 한 결과, BRT(Break Reaction Time)와 연령간의 상관관계는 55세 미만 집단에서 부정적이고, 55세 이상은 긍정적이기에, 궁극적으로 55세 이상 고령운전자 집단은 도로에서 더 큰 위험에 직면한다.

2.3.4 장명순[5]

1960년 ~ 2010년까지 50년간 인지반응시간의 변화를 문헌조사를 통해 분석하였고, 85 percentile별 운전자의 인지반응시간은 설계속도별로 다르게 적용함이 타당할 것이다. 즉, 현행 2.5초에서 속도가 증가함에 따

라 2.0초, 1.8초 등으로 적용되어야 한다. 또한 고령운전자를 고려한 적정 인지반응시간은 실험을 통하여 인증할 필요가 있다.

2.3.5 박준태[6)]

고령운전자의 운전적성검사 항목과 교통사고 자료를 토대로 연령대별로 교통사고 심각도를 판별할 수 있는 영향모형을 개발하여, 51세를 전후하여 교통사고 발생특성이 급격하게 변함을 확인했고, 인구통계학적 특성으로 고령운전자는 지역과 학력에 영향 받는 것으로 나타남을 확인하였다.

2.3.6. 최재성[7)]

65세 이상 고령운전자를 초기(65세~69세), 중기(70세~74세), 후기(75세 이상)으로 구별하여 교통사고 추세를 살려보면, 초기는 감소, 중기는 보합, 후기는 증가하는 경향을 보이므로, 면허관리제도와 교통안전교육 등에 다양하고 차별화된 관리가 필요하고, 익명보고(Confidential Report) 등 추가적인 시스템을 구축할 필요가 있다.

2.4 시뮬레이터를 이용한 인지반응시간

본 연구에서 다루는 시간은 도로교통공단 검사결과를 활용한 인지반응시간이기에 시뮬레이터를 이용하여 구한 인지반응시간이다. 따라서, 앞으로 본 논문에서 비교해 보고자 하는 인지반응시간도 타 연구자들이 시뮬레이터를 이용해서 구한 인지반응시간을 대상으로 한다.

시뮬레이터를 이용한 인지반응시간은 실제 교통현장에서 구한 인지반응시간과 차이가 있다. 실제교통현장에서 벌어지는 인지반응시간은 인지, 판단, 반응, 기계적 지연 이라는 적어도 4가지 단계를 온전히 거친 반응시간을 의미하고, 시뮬레이터를 통해 구한 인지반응시간에는 인지, 판단, 반응에 해당하는 3가지 단계만 주로 포함되어 있기 때문이다. 즉, 시뮬레이터를 통해 구한 인지반응시간에는 기계적지연시간이 거의 포함되지 않았다.

아래는 이대희[3)] 연구에서 교통현장에서 신호를 보고 출발하는 “차종별 인지반응시간 평균 비교”를 인용한 표이다. 인지반응시간 평균값이 차종 크기에 따라 비례한다는 것은 기계적 지연시간이 전체 인지반응시간에서 차지하는 비중이 작지 않음을 보여주는 사례이다.

Table 1. The average value of PRT depending on type of a car

Classification	Moto cycle	Passenger car	Suv and van	Small bus and truck	Large bus and truck	Remarks
Average	1.17	1.70	1.87	2.08	2.11	sec
Number	40	126	94	81	60	401

주재홍(2015)[1)]의 연구에서 20에서 30대의 앞 차량 급정지 시 시뮬레이터에서 구한 85 percentile 값은 약 1.3초 이며, AASHTO에서 현장 실측한 95 percentile 값은 약 2.5초 이다. 이는 시뮬레이터에서 구한 인지반응시간은 실제 교통현장 상황을 대략적으로 1.0초 정도 반영하지 못함을 알 수 있다. 즉, 교통현장 상황을 반영한 기계적 지연시간의 85 percentile 평균값은 약 1.0초 정도로 추정해볼 수 있다.

3. 분석자료 수집 및 특징

3.1 고령운전자 인지기능검사 개요

도로교통공단에서는 65세 이상 고령운전자를 대상으로 자발적인 참여를 통해 고령운전자 안전교육을 실시하고 있으며, 이 3시간 교육을 이수하면 고령운전자가 자동차보험에 가입할 시, 보험료를 일부 할인받을 수 있다. 3시간 중 1시간 동안은 인지기능검사를 받는 시간이 있다. 본 연구는 도로교통공단에서 수행하는 인지기능검사 결과 데이터 중 19,359개를 수집하여 이것을 근거로 연구하였다.

3.2 인지기능검사 대상 및 분석 대상자 특성

65세 이상 고령운전자를 대상으로 하는 교육이라 연령별 분포를 보면 연령이 높아질수록 그 표본수가 작아질 것으로 예측되는 바, 이는 연령과 신체노화는 비례할 것으로 보여 나이가 듦에 따라 운전에서 이탈하는 빈도가 높아질 것으로 보이기 때문이다.

또한 분석 대상자 성별로 보면 여성에 비해 남성이 압도적일 것으로 예측된다. 이는 고령운전자가 사회의 중추 기능을 했을 때에는 남성운전자의 비율이 여성에 비해 월등히 높았기 때문일 것이다.

2016년 6월부터 2016년 12월까지 약 6개월 간의 65세 이상 연령에 따른 분석대상자 표본수는 Table 2과 같으며, 이 표본에서 추출한 인지반응시간 데이터 수는 Table 3와 같다. 분석대상자와 인지반응시간 데이터 수가 차이나는 이유는 1인당 12회의 인지반응시간을 검사를 하기 때문이며 실제 교통현장과 비슷한 환경을

Table 2. The sum of different age groups

Classification	Year(per 5years)					Sum (%)
	65~69	70~74	75~79	80~84	over 85	
Man	687	427	356	175	23	1,668 (89%)
Woman	124	58	17	10	2	211 (11%)
Sum	811	485	373	185	25	1,879 (100%)

Table 3. The sum of PRT on different age groups

Classification	Year(per 5years)					Sum (%)
	65~69	70~74	75~79	80~84	over 85	
Man	7,042	4,380	3,633	1,857	220	17,132 (88%)
Woman	1,335	618	168	86	20	2,227 (12%)
Sum	8,377	4,998	3,801	1,943	240	19,359 (100%)

만들려고 노력한 결과로 보인다.

Table 2에서 보듯, 특정한 기간에서 임의로 뽑은 표본의 남녀 분포를 보면 남성이 약 89%를 차지함을 알 수 있다. 또한 연령이 높아짐에 따라 표본수가 급격히 감소하는 것으로 볼 때 신체기능의 노화로 인해 운전대열에서 이탈하는 경우가 증가함을 실제로 확인할 수 있다.

Table 3에서는 이번 연구에 분석 소재로 쓰인 인지반응시간 낱낱의 갯수를 보여준다. 고령운전자 인지기능검사 중 지속주의 검사는 1인당 12회의 검사를 통해 판단하고 있음으로 1인당 약 12개의 인지반응시간 데이터 값이 나온다. 그러나, 고령운전자가 부주의나 미흡으로 인해 항상 12개 값이 나오지 않음으로, 약 12회라고 표현한다.

4. 연구 결과

4.1 연령에 따른 인지반응시간의 변화

Table 4. The change of PRT on age groups

Percentile	10	0.851	0.864	0.848	0.895	0.897
	25	1.016	1.031	1.020	1.080	1.102
	50	1.323	1.331	1.328	1.385	1.461
	60	2.004	1.979	1.967	2.008	2.382
	80	2.233	2.190	2.210	2.225	2.714
	85	2.509	2.477	2.488	2.511	3.090
Number	17,693	3,036	3,541	2,989	2,257	1,624
Average		1.587	1.583	1.586	1.632	1.857
Standard deviation		0.749	0.733	0.745	0.737	1.017
Age		65~66	67~68	69~70	71~72	73~74

0.917	0.918	0.933	0.922	0.996	0.975
1.117	1.156	1.189	1.151	1.215	1.182
1.547	1.586	1.576	1.623	1.643	1.710
2.523	2.456	2.590	2.506	2.415	2.686
2.874	2.721	2.861	2.805	2.712	3.175
3.210	3.149	3.216	3.182	2.971	3.604
1,164	1,119	837	536	356	234
1.933	1.923	1.972	1.952	1.961	2.095
1.063	1.009	1.057	1.03	0.991	1.12
75~76	77~78	79~80	81~82	83~84	85 이상

4.2 고령운전자 50 percentile 인지반응시간

Table 4의 값 중 50 percentile 인지반응시간을 그래프로 표시하면, 아래 Fig. 1과 같다. 인지반응시간은 연령에 따라 증가함을 알 수 있다.

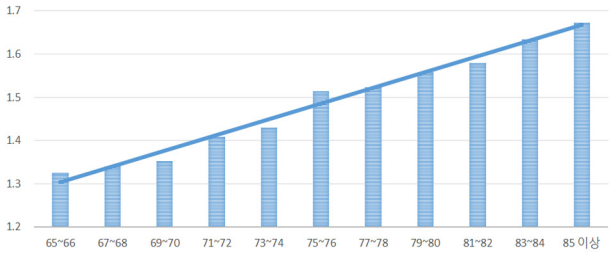

Fig. 1. The change of PRT on age groups (50 %ile).

4.3 25, 50, 85 %ile 별 인지반응시간 확장 추정

Table 4를 근거로 25, 50, 85 percentile별 추세선을 전 연령대로 구하면 아래 Fig. 2의 예측선과 같다.

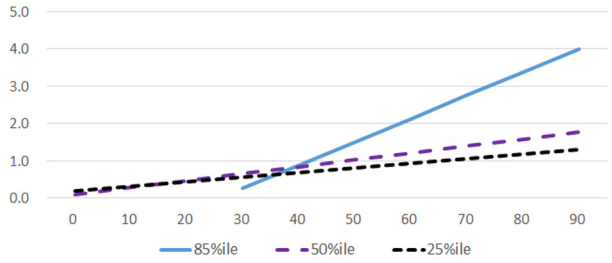

Fig. 2. The presumed line (25 %ile, 50 %ile, 85 %ile).

여기서 표시한 예측선은 이 논문에서 구한 65세에서 85세 이상 고령운전자 각 연령별 85, 50, 25 percentile 별 추세선을 근거로 65세 미만 연령대를 추정한 선이다.

Fig. 2에서 알 수 있는 한 가지는 교차점인 39세 이후에 연령별 인지반응시간의 특이점이 존재할 것으로 보인다. 당연히 50%은 25%보다 위에 있어야 하며, 85%은 50%보다 위에 있어야 하기 때문이다.

4.4 선행연구를 근거로 운전 전 연령대 인지반응시간의 변화 추정

J. Ashok[4]의 연구에 의하면, 55세 이상 집단에서 인지반응시간과 연령간의 상관관계가 있다고 하며, 김태호[2]의 연구에 의하면, 운전능력에 연관된 인적 특성의 연령 임계점은 51세 근처에 있다고 하고, 주재홍[1]의 연구에 의하면, 시뮬레이터 연령별 인지반응시간은 20 ~ 30대, 40대의 85 percentile 값은 약 1.30초 라고 한다.

위의 내용을 종합하여 아래와 같은 2가지로 요약할 수 있다. ① 20~40대 인지반응시간 값 약 1.3초, ② 변곡구간은 51세~55세. 이 2가지를 Fig. 2의 85 percentile에

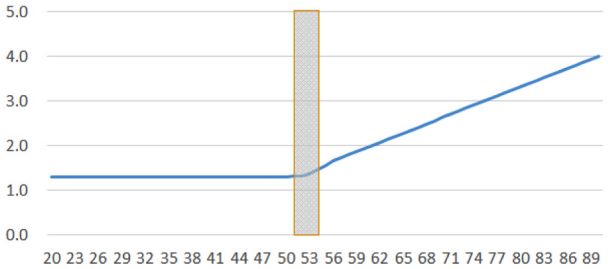

Fig. 3. The presume line(85%ile) of PRT from 20years to 90years.

매치시켜 보완하면, 아래 그림과 같이 된다.

Fig. 3의 세 구간 중, 20세에서 51세까지 1.3초로 일정한 첫 번째 구간은 주재홍[1] 연구결과를 인용하였으며, 음영이 들어간 51세에서 55세 사이의 변곡 구간은 김태호[2]와 J. Ashok[4]의 연구결과를 인용한 두 번째 구간이다. 55세에서 85세 사이의 세 번째 구간은 이번 연구에서 구한 구간이며, 연령에 따라 인지반응시간이 커짐을 알 수 있다.

Fig. 3는 선행연구와 이번 연구의 결과를 근거로 20세에서 85세까지 운전자의 85 percentile 인지반응시간을 나타낸 그림이다. 우리는 고령운전자 구간의 가파른 변화에 주목하여야 한다.

위 그림은 기계적 지연시간이 반영되지 않은 인지반응시간의 85 percentile 변화를 표하는 것이기 때문에 기계적 지연시간을 포함하면 Y축으로 +1.0초 평행 이동한 그림이 될 것으로 생각해 볼 수 도 있다. 추후, 이 점에 대한 보다 실증적인 연구가 필요한 시점이다.

4.5 연령별 인지반응시간 변화에 대한 시사점

Fig. 3에 의하면, 운전자의 인지반응시간은 51세까지 일정하지만, 51세에서 55세 사이에 변곡 구간을 그리고, 55세 이후는, 상대적으로 가파른 변화를 보인다.

도로설계 및 안전시설물 설치 관련한 2.5초 등 교통안전에 대한 기초 자료는 51세까지는 어느 정도 현실은 반영한다고 볼 수 있지만, 55세 이후에 벌어지는 상대적으로 가파른 변화를 제대로 반영하고 있다고 보기 어렵다. 이제는 고령화 사회에 접어들고 있으며, 이는 우리나라만의 문제가 아니고 전 세계적인 문제이며, 되돌릴 수 있는 문제가 아니기에 우리는 55세 이후 가파른 변화에 주목해야 할 것이다.

5. 결론 및 고찰

5.1 고령운전자 집단에 대한 적절한 사회적인 규제 필요

본 연구에서 보듯이 65세 이상 고령운전자 연령에 따른 인지반응시간 85 percentile 값 증가율은 고령운전자 연령대에서 급하게 증가함을 알 수 있다. 이는 운전자의 운전능력이 고령운전자 연령대에서 급격하게 감소함을 증명하는 것이라 볼 수 있다. 따라서, 고령화 사회는 인류가 최초로 겪는 필연적인 사건이라 이에 맞는 사회적인 규제가 필요할 것이다.

65세 이상 고령운전자의 교통사고는 초기(65세~69세), 중기(70세~74세), 후기(75세 이상)로 구별되며 발생하는 때문에 우리나라 면허관리제도와 교통안전교육 등 분야에서 다양하고 차별된 관리가 필요하다.[7]

이러한 규제로, 2019년 1월부터는 75세 이상 고령운전자 면허적성검사 기간을 기존 5년에서 3년으로 단축되고, 이와 함께 교통안전 교육 역시 2시간씩 의무적 수강 등을 들 수 있다.

5.2 고령화 사회 진입이라는 현실에 맞는 인지반응시간 재검토 필요

우리는 그동안 도로설계 및 안전시설물 설치 관련하여 AASHTO 2.5초를 활용하여 왔다. 이 값은 지금과 같은 고령화 사회의 고령운전자를 고려하지 못한 수치로 보인다. 그러나, 이제는 고령화 사회를 피할 수 없으며, 고령운전자 또한 당당한 우리 사회를 대변하는 운전자이다. 앞으로 보다 실증적인 연구를 통해 2.5초보다 더 고령화 현실을 반영할 수 있는 값을 찾아 현실을 정확히 반영할 수 있는 수치가 나오기를 기대한다.

이번 연구에서는 65세에서 85세 이상 고령운전자 인지반응시간이 연령에 따라 급하게 증가함을 확인했으며, 70세의 85 percentile 값은 2.5초에 근사한다. 이점은 적어도 70세 이후는 2.5초 보다 더 큰 값이 필요함을 알 수 있다.

이번 연구는 시뮬레이터를 이용한 인지반응시간을 분석하고 있음으로, 기계적 지연이 거의 포함되지 않은 인지반응시간으로 보아야 하기에, 실제 인지반응시간은 이보다 더 큰 것으로 보이고, 보다 정확한 값은 다음 연구자의 몫으로 남길 수밖에 없음이 아쉽다.

References

1) J. J. Hong, K. L. Choi. and J. Y. Kim, “A Study of Perception Response Time on Driver”, The 72th Conference of Korean Society of Transportation, pp. 102-106, 2015.
2) T. H. Kim, J. H. Ko, J. M. Won and E. Hu, “Identification of Age Threshold for Driving Performance”, J. Korean Soc. Saf., Vol. 23, No. 3, pp. 71-78, 2008.
3) D. Lee, “A Study of Accelerating Rates in the Crossway”,

Korean Journal of Forensic Science, Vol. 7, No. 1, pp. 58-62, 2006.

4) J. Ashok, V. Suganthi and I. Vijayalakshmi, “Comparison of Brake Reaction Time in Younger and Older Drivers”, International Journal of Research in Medical Sciences, Vol. 4, Issue 2, pp. 649-652, 2016.
5) M. Chang, “The Chronological Evolution of Driver’s Perception Reaction Time”, Transportation Technology and Policy, Vol. 8, No. 6, pp. 55-61, 2011.
6) J. T. Park, S. B. Lee and S. Lee, “Discernment Model of Traffic Accident for an Age-old Driver’s License Management”, J. Korean Soc. Saf., Vol. 26, No. 3, pp. 91-97, 2011.
7) J. Choi, “Study on Fatality Risk of Senior Driver with Aging Classification, J. Korean Soc. Saf., Vol. 33, No. 1, pp. 148-161, 2018.