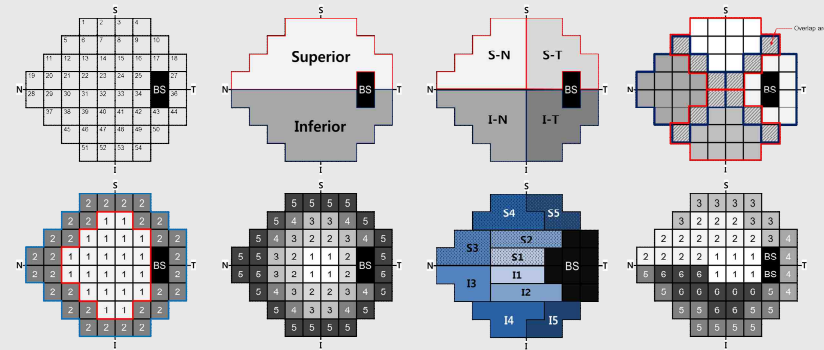
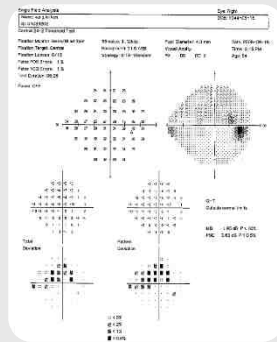




# 정상안의 시야 결손 특성 파악을 위한 다양한 시야 분석 방법 비교



2017. 4. 27

Jihyoung Lee<sup>1</sup>, Younggeun Choi<sup>1</sup>, Gunhee Oh<sup>1</sup>, Minjae Kim<sup>1</sup>,  
Hyejee Kim<sup>2</sup>, Jinho Joo<sup>2</sup>, Jaheon Kang<sup>2</sup>, and Heecheon You<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Industrial and Management Engineering, POSTECH

<sup>2</sup>Department of Ophthalmology, Kyung Hee University Hospital at Gangdong



**POSTECH**  
POHANG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY  
포항공과대학교



**경희대학교**  
KYUNG HEE UNIVERSITY



**yopia**  
Your Lifelong Vision Care Companion

---

# Contents

---

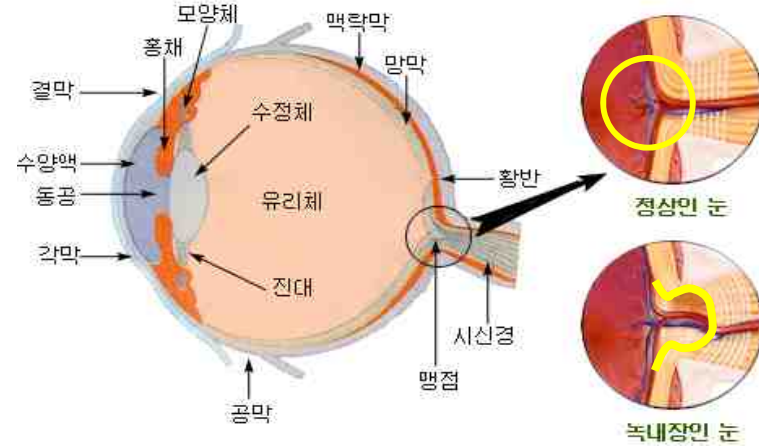
- **Introduction**
  - ✓ Background
  - ✓ Research Objectives
- **Methods**
- **Results**
- **Discussion**

# 녹내장

□ 녹내장(glaucoma): **시신경 손상**에 의한 시야 결손이 진행되어 **실명**에 이르는 **4대 실명 질환**

□ 말기에 이르기 까지 특별한 증상이 없어  
**“소리 없는 시력 도둑”** 이라 하기도 함

□ 발생 요인: 높은 안압, 혈액순환 이상,  
 고도근시, 고연령, 가족력 등



시신경 비교: 정상 vs. 녹내장



정상 시야



녹내장 중기



녹내장 말기

# 녹내장 환자 현황과 추세

- 2015년 녹내장 환자 수는 약 77만명으로 **5년 전 43만명에 비해 1.8배 증가**
- 국내 녹내장 환자 수는 **매년 평균 10% 씩 증가**하고 있음
- 안과에서는 최근 **20, 30대 젊은 녹내장 환자 수가 5년간 2배 이상 급격히 증가함**



출처: 건강보험심사평가원(2015)



출처: 누네안과병원(2014)

# 녹내장 검사 방법

- 녹내장 검사: 구조적 검사(structural test) + 기능적 검사(functional test)
  - 구조적 검사: 안구의 **형태적 특성**을 파악하는 검사(예: 안저촬영, 시신경 유두 검사)
  - 기능적 검사: 망막의 **시 기능성**을 측정하는 검사(예: 시야 검사)

## 구조 검사



안저 사진



망막신경섬유층두께검사



각막 두께 검사



전방각격검사



안압 검사

기본  
검사



시력 검사



녹내장 진단



시야 검사

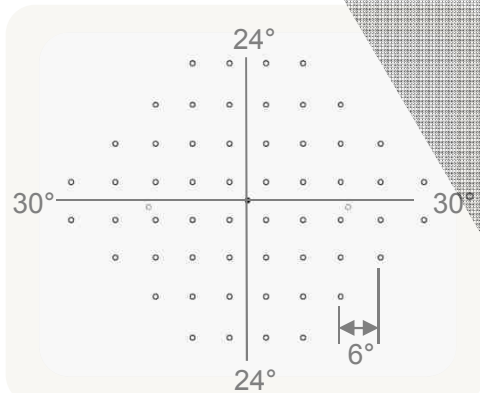
기능  
검사

검사 방법이  
간단함

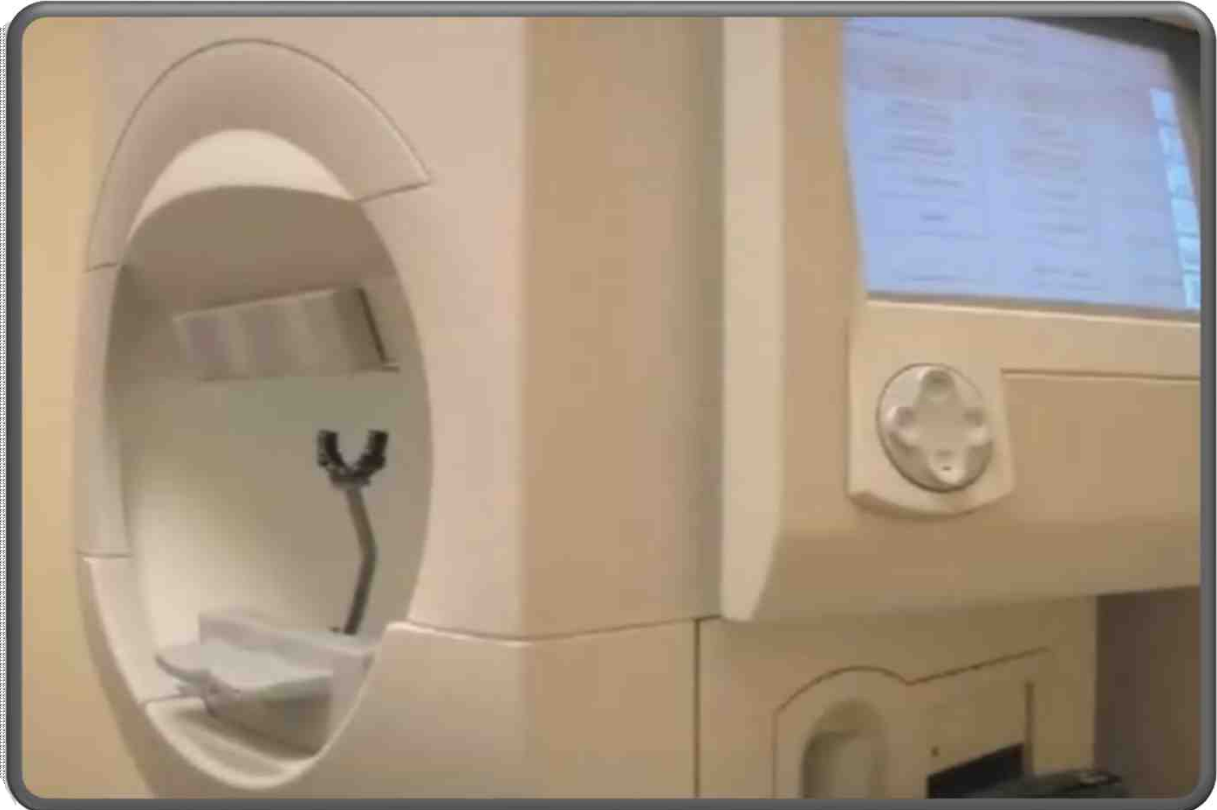


# 시야 검사

- 피검사자가 중심 시표에 **시선을 고정한 상태**에서 측정 영역 내에 제시되는 **다양한 밝기의 시표를 통해 시각 범위와 빛의 민감도를 측정**하는 검사(Dersu and Wiggins, 2006)



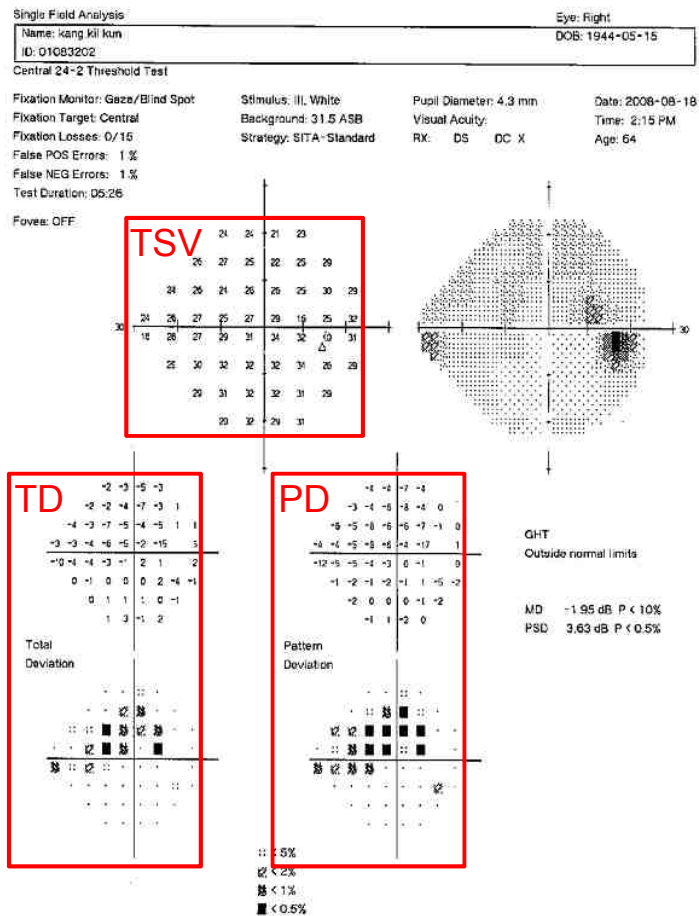
시야 영역 및 시표 위치



Humphrey® Field Analyzer /HFA™ II-i Series, Carl Zeiss, Germany  
(험프리 시야 검사기, 임상 표준 장비)

# 시야 검사 기반의 녹내장 진단

- 녹내장 진단: **연령대별 정상안의 TSV와 비교**를 통해 통계적 차이를 보이는 경우
- ⇒ **보다 정확한 녹내장 진단**을 하기 위해 **연령대별 정상안의 TSV 특성을 면밀히 파악하는 것이 중요함**



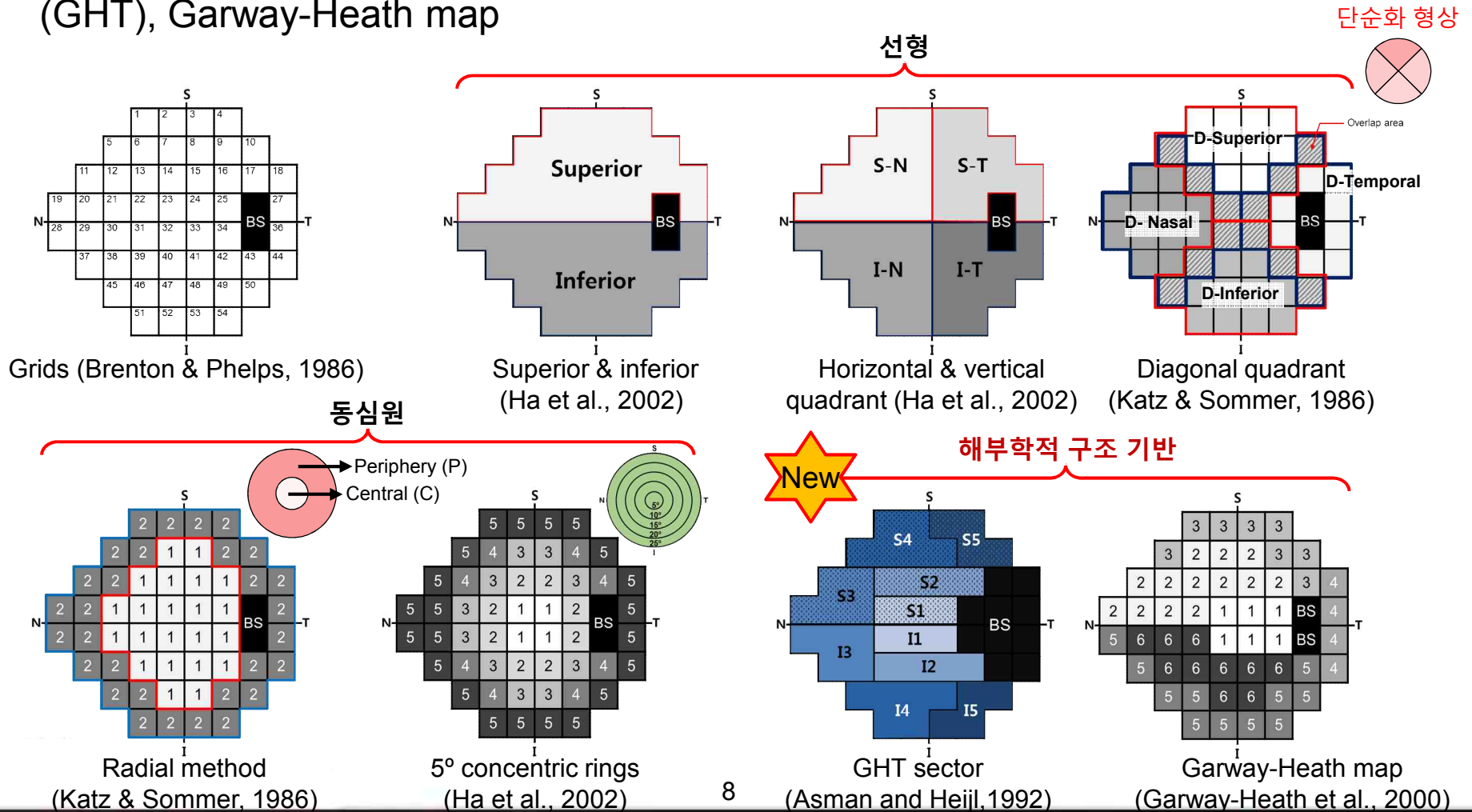
**[1] Threshold sensitivity value (TSV):** 환자가 인지하여 반응할 수 있는 가장 희미한 시표의 밝기 (수치가 높을수록 희미한 시표 인지한 결과)

**[2] Total deviation (TD):** from normal values for age  
 = TSV - 장비에 탑재된 동일 나이대의 정상인 검사결과

**[3] Pattern deviation (PD):** for highlight localized loss  
 = total deviation + overall sensitivity changes

# 기존 시야 영역 분할 방법

- 기존 기하학적으로 분할 방법: grids, 선형, 동심원
- **신규 해부학적 구조와 의료진의 경험에 기반**의 분할 방법: glaucoma hemifield test (GHT), Garway-Heath map



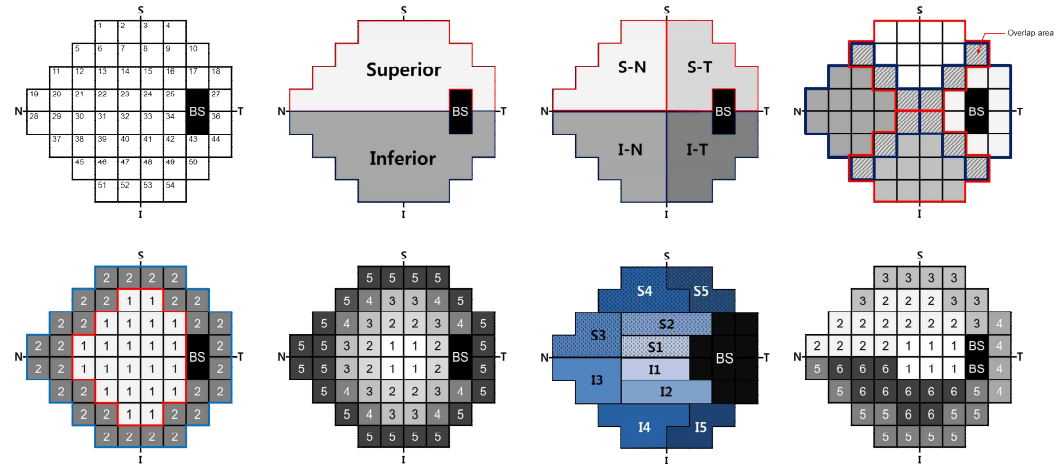


# 연구 목표

## 다양한 시야 영역 분할 방법을 적용한 정상안의 연령대와 성별 시야 결손 특성 파악

- ✓ 정상안 시야 검사 결과 수집
- ✓ 다양한 시야 영역 분할 방법을 적용한 TSV 분석: 연령대 & 성별
- ✓ 시야 분할 방법 간 정상안 시야 결손 패턴 비교

Patient_ID	Dob	Test_Date	Age	Gender	Eye	Diagnosis	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5	T_6	T_7
2	1987-07-14	2015-04-02	27	F	R	N	25	23	31	31	31	34	31
3	1988-09-17	2015-04-02	26	F	L	N	27	27	27	27	28	30	28
4	1991-09-12	2015-04-02	23	F	L	N	31	32	30	30	31	35	33
333675	1994-11-02	2015-08-04	20	M	R	N	29	30	31	30	33	30	30
1699093	1989-05-10	2016-02-01	26	F	R	N	29	30	30	32	31	33	33
2377935	1992-09-29	2016-07-28	23	M	R	N	31	31	31	32	33	30	32
2547277	1991-12-05	2015-06-09	23	F	L	N	28	30	28	30	30	31	29
3468438	1987-02-06	2015-04-23	28	M	R	N	30	30	29	32	32	33	32
3712037	1992-01-29	2015-06-04	23	F	R	N	26	24	23	25	32	26	28
3924334	1993-01-06	2016-09-26	23	F	L	N	25	26	21	27	26	27	27
4037925	1991-06-03	2015-09-14	24	F	L	N	31	31	32	32	34	33	32
4638768	1992-10-18	2015-06-05	22	F	R	N	26	29	26	26	30	31	32
4744087	1989-04-21	2015-06-04	26	F	L	N	30	32	30	29	30	31	33
4751575	1992-12-10	2015-05-26	22	F	R	N	27	25	27	27	29	29	29
4757635	1986-05-20	2015-06-05	29	F	R	N	28	26	26	26	23	31	30
4783512	1986-01-15	2015-06-19	29	M	L	N	29	29	28	28	27	32	29
4858041	1994-10-23	2015-07-24	20	M	L	N	26	25	24	23	32	31	30
5051817	1986-02-13	2015-06-19	29	F	L	N	27	27	30	31	30	31	32
5303555	1994-02-08	2015-06-08	21	F	L	N	32	29	30	31	31	31	34
5350097	1990-01-23	2015-06-05	25	F	R	N	31	27	27	28	31	32	31
5625285	1991-03-10	2015-06-16	24	M	L	N	33	32	30	33	31	33	33
6229849	1993-02-12	2016-10-26	23	F	R	N	22	24	18	16	24	27	23



# Methods

S1. Data subset 구성  
(Inferior vs. Superior / GHT-sector)

S2. 시야 영역별 TSV 평균(SD) 산출

S3. TSV 평균(SD) map 작성

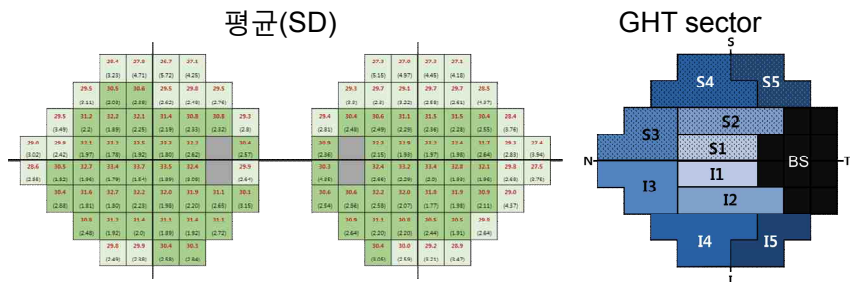
S4. 영역별 TSV 평균(SD) map 분석을 통한  
시야 손상 패턴 분석

시표 위치별 TSV 값  
(연령대별 subset 구성)

Patient	Age	Gender	Eye	Apparat	Diagno	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5	T_6	T_7	T_8	T_9
2	27	F	L	HFA	N	24	26	31	25	29	32	31	28	30
2	27	F	L	PC	N	38	38	38	38	38	38	38	38	38
2	27	F	R	HFA	N	25	23	31	31	31	34	31	31	32
2	27	F	R	PC	N	38	38	29	31	30	38	38	38	34
3	26	F	L	HFA	N	27	27	27	27	28	30	28	27	28
3	26	F	R	HFA	N	28	28	28	28	28	28	28	28	28
3	26	F	R	PC	N	38	38	38	38	38	38	38	38	38
4	23	F	L	HFA	N	35	35	35	35	35	35	35	35	35
4	23	F	R	HFA	N	28	28	28	28	28	28	28	28	28
4	23	F	R	PC	N	38	38	38	38	38	38	38	38	38
5133	11	M	L	HFA	N	11	11	11	11	11	11	11	11	11
5133	11	M	R	HFA	N	25	25	25	25	25	25	25	25	25
16241	65	M	L	HFA	N	24	24	24	24	24	24	24	24	24
16241	65	M	R	HFA	N	27	27	27	27	27	27	27	27	27
16241	65	M	R	PC	N	22	23	38	38	27	23	28	26	29
18645	37	F	L	HFA	N	28	29	28	24	31	31	32	32	32
18645	37	F	L	PC	N	38	38	38	38	38	38	25	38	38
18645	37	F	R	HFA	N	29	28	29	31	29	30	31	33	32

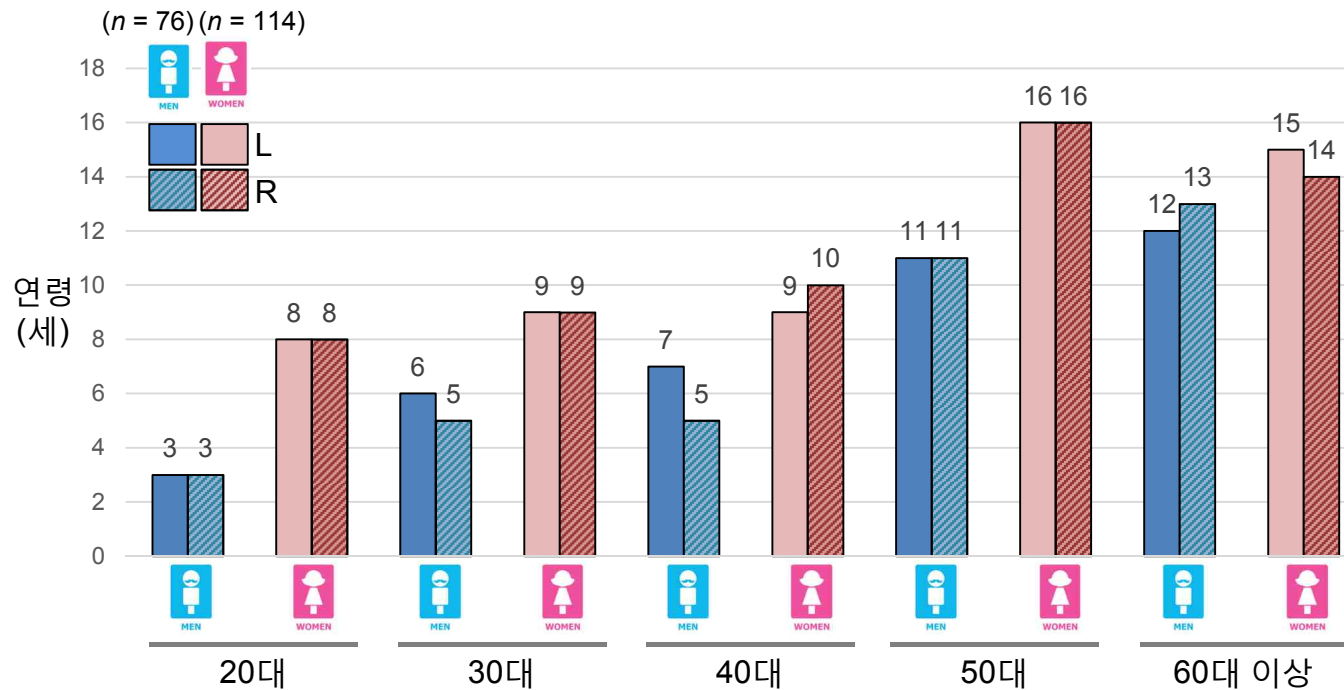
  

HFA-Left-Normal							
시표	빈도수						
	21-25dB	26-30dB	21-30dB	31-35dB	21-35dB	36-40dB	21-40dB
T_1	23	49	72	21	93	0	93
T_2	19	51	70	24	94	0	94
T_3	22	51	73	19	92	0	92
T_4	21	48	69	22	91	0	91
T_5	16	45	61	34	95	1	96
T_6	4	46	50	48	98	0	98
T_7	4	51	55	43	98	0	98
T_8	10	49	59	38	97	0	97
T_9	7	53	60	39	99	0	99

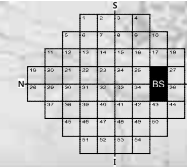


# 정상안 시야 검사 데이터 연령대별 Sample Size

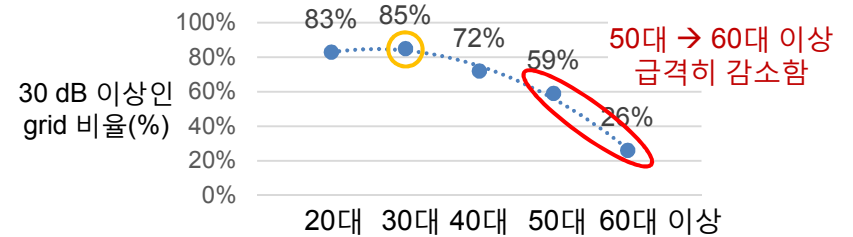
- 실험참여자별 무작위로 1개의 단안만 분석에 사용
- 선별 기준
  - 신뢰도 기준: fixation loss < 20%, false positive error and false negative error < 33%
  - 자체 기준: mean deviation > -10 dB, 연속적으로 0 dB인 시표가 나오는 경우
- Sample size = **190**안(44.2%, 총 sample size = 429)



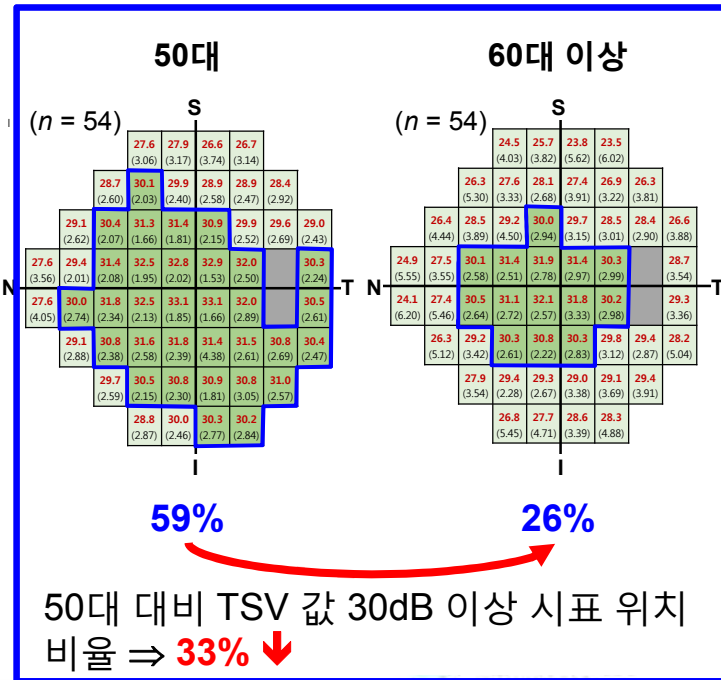
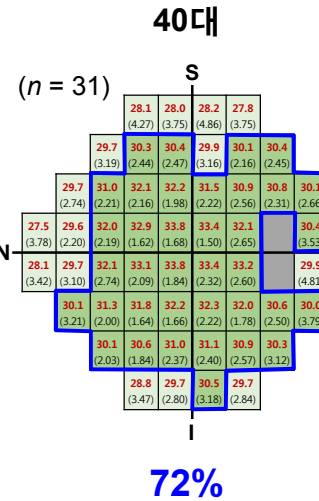
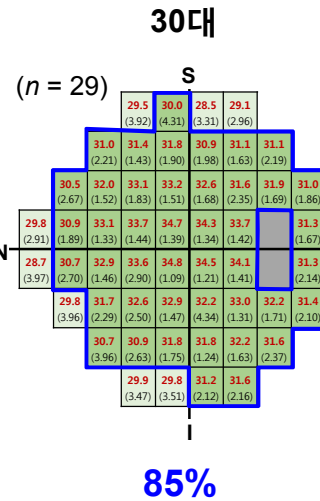
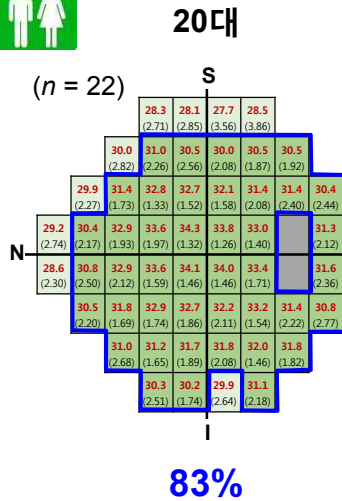
# 시야 영역별 TSV 분석(연령대별): Grid



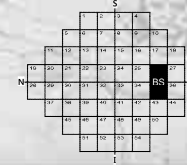
- 60대 부터 시야 결손이 급격히 진행되는 경향을 보임
  - 중심부 대비 가장자리 부위의 시신경 결손 경향이 뚜렷함
  - 40대 및 60대 이상 그룹에서 가장자리로 갈수록 variation이 커짐 ( $SD > 3.0$  dB)
- ⇒ 녹내장 진단 시 정상안 기준으로 고려 필요



정상 (n = 190)    30dB 이상    30dB 미만

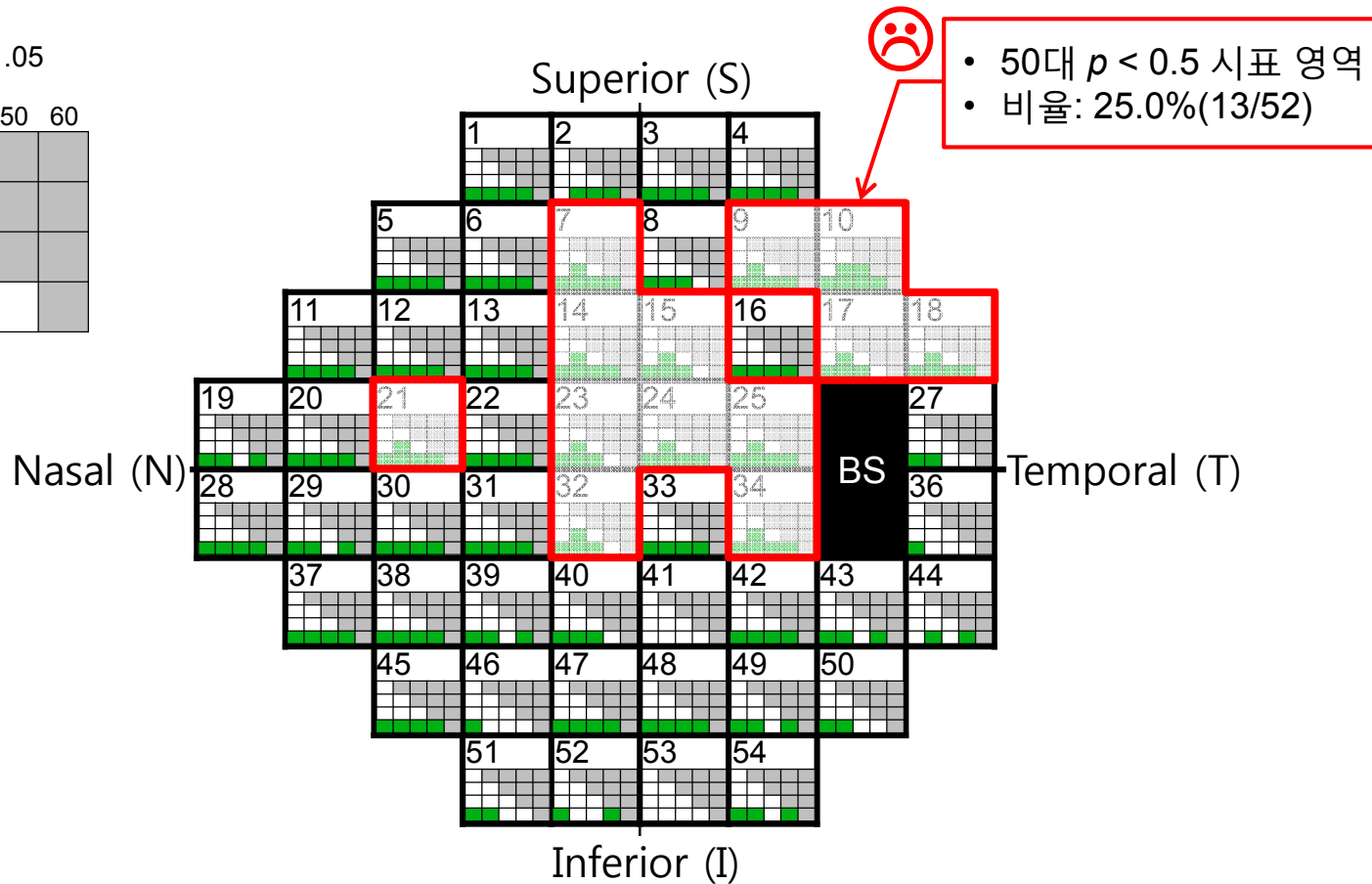
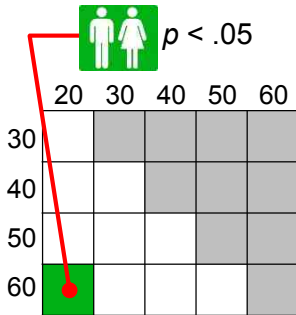


# 시야 영역별 TSV 차이 통계 분석(연령대별): Grid



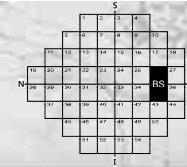
□ 방법: ANOVA → Bonferroni's method

□ 남녀 전체에서는 **60대 이상 그룹과 통계적으로 유의**한 차이를 나타냄

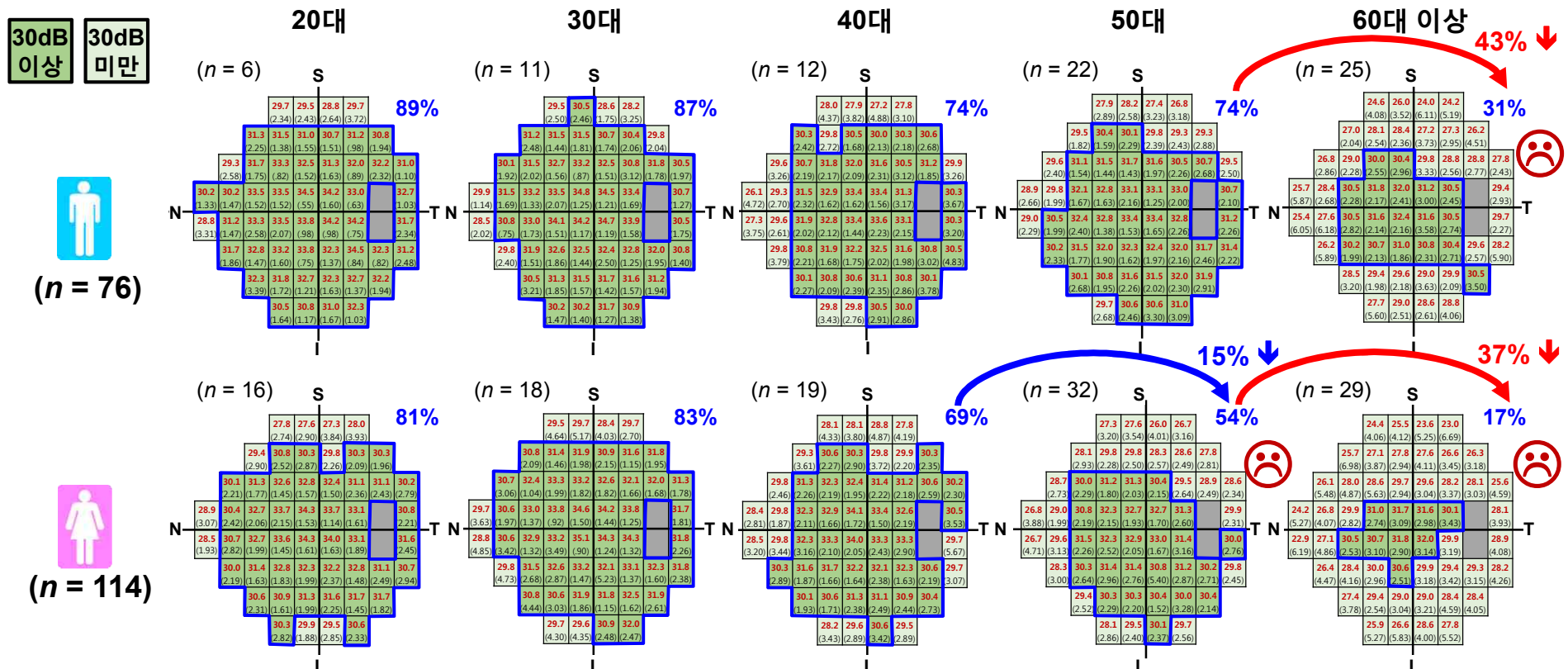




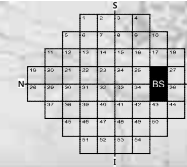
# 시야 영역별 TSV 분석(성별): Grid



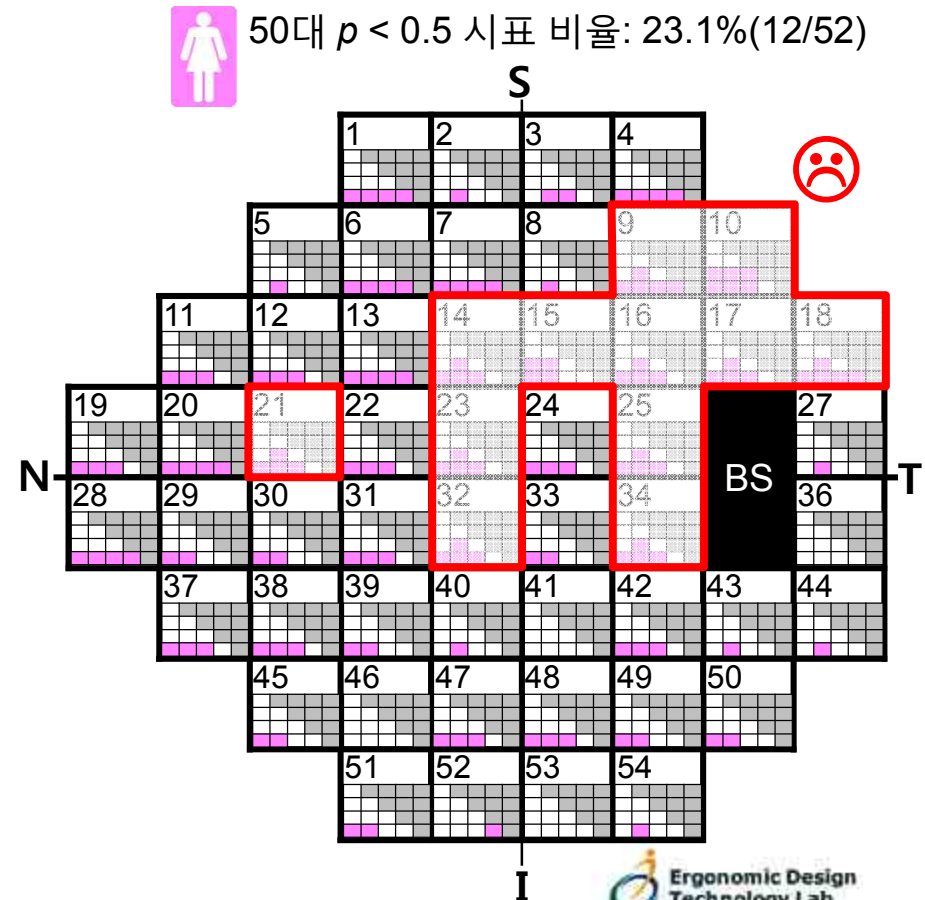
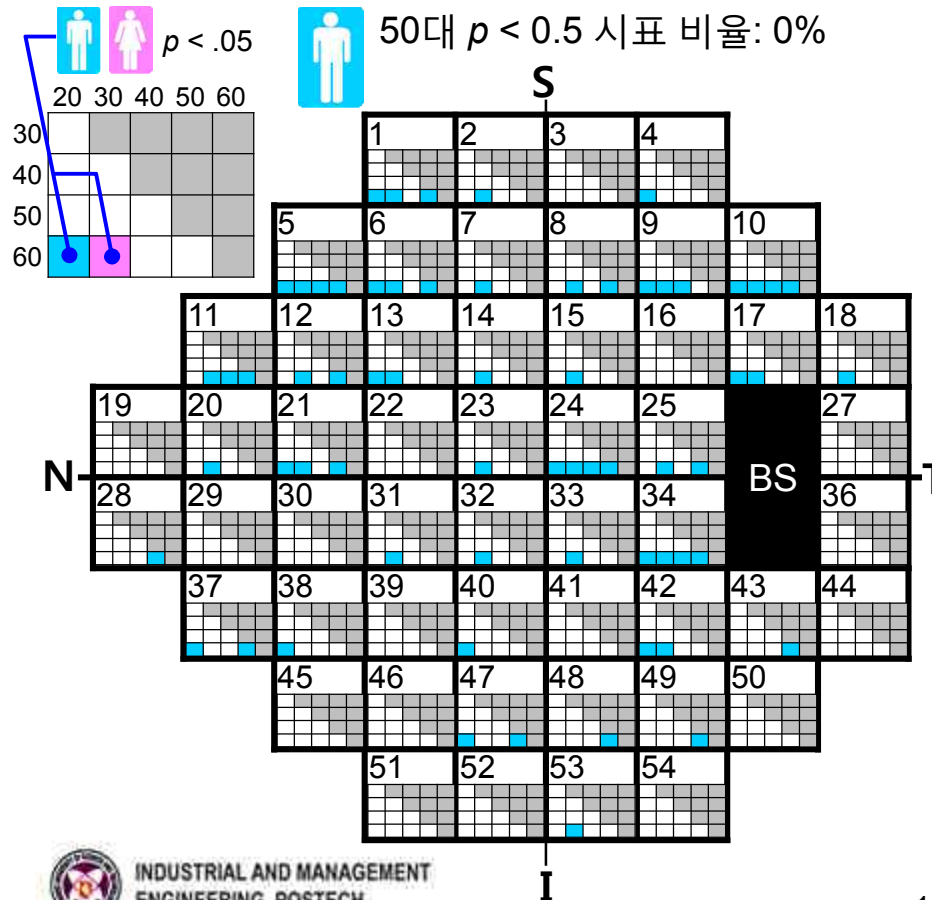
- 남성: **60대부터 시야 결손이 급격히 진행됨**(50대 대비 30 dB 이상 시표가 **약 43%↓**)
- 여성: **50대부터 시야 결손이 시작되어 60대에는 급격히 진행됨**  
(50대 대비 30 dB 이상 시표가 **약 37%↓**)
- 중심부 대비 **가장자리 부위의 시신경 결손 경향이 뚜렷함**



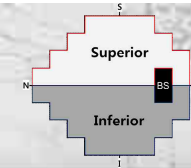
# 시야 영역별 TSV 차이 통계 분석(성별): Grid



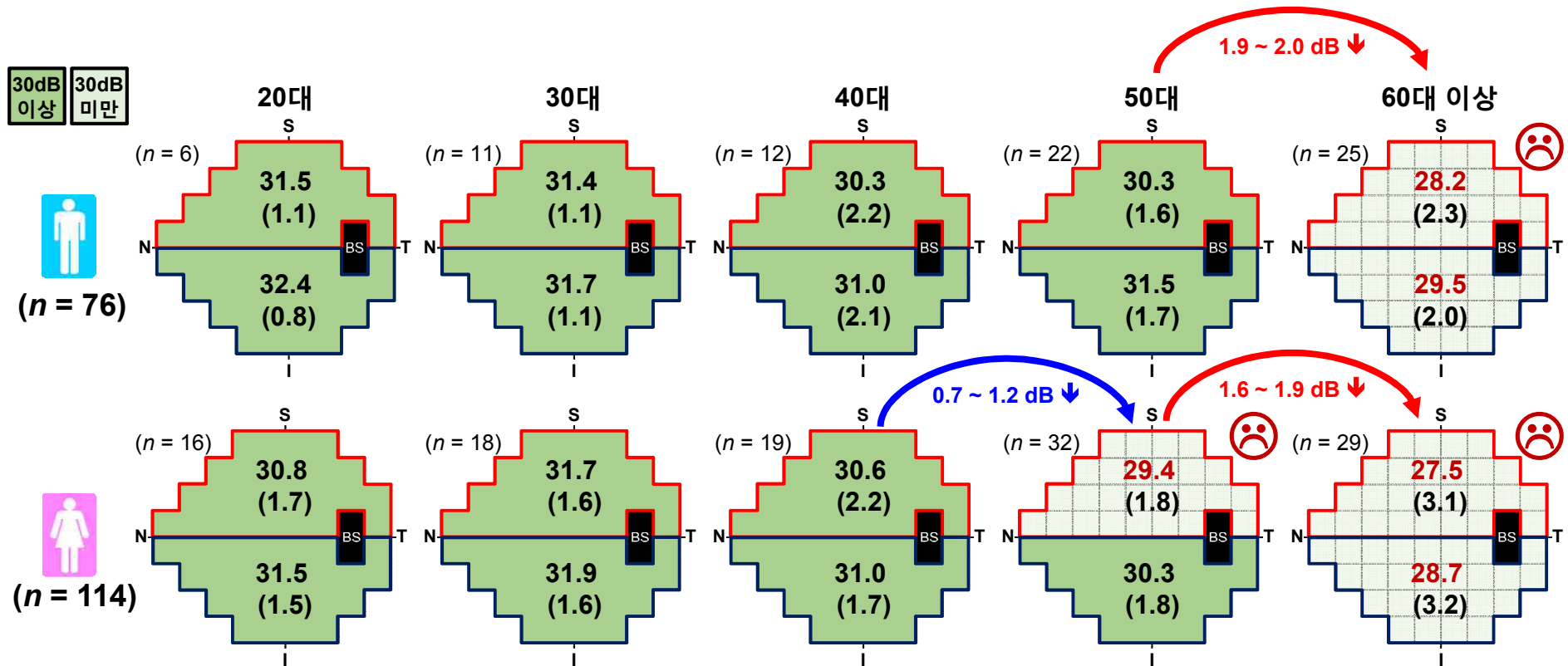
- Bonferroni's method: 여성은 남성에 비해 **50대 그룹부터 통계적으로 유의한 차이가** 있는 시표의 비율이 **약 23.1% 비율(12/52)**로 나타남
- 여성은 **superior-temporal 영역의 손상이 50대부터 진행**되는 것으로 추정



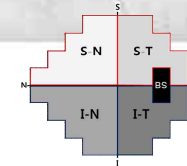
# 시야 영역별 TSV 분석(성별): Superior & Inferior



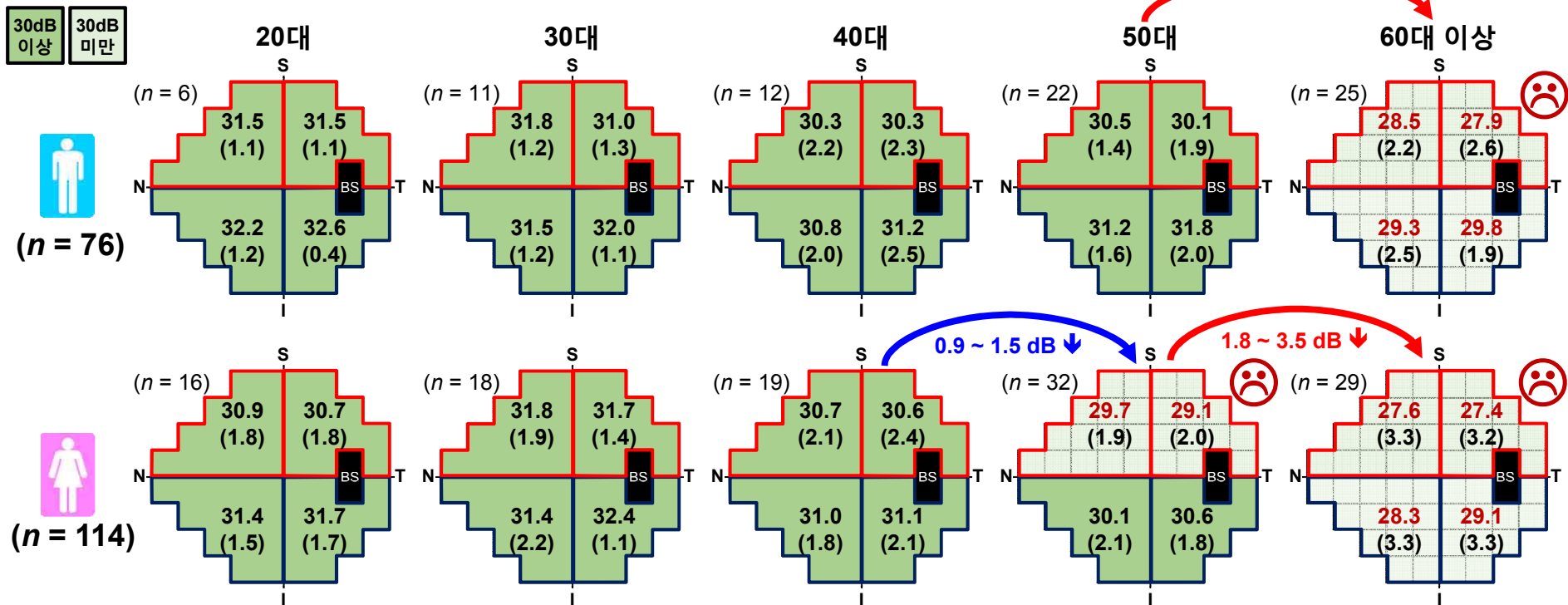
- 남성: 60대부터 시야 결손이 급격히 진행되는 경향을 보임
- 여성: 50대 superior 영역부터 시야 결손이 시작되어 60대에는 급격히 진행됨
- Variation: 남성 < 여성



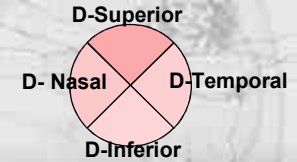
# 시야 영역별 TSV 분석(성별): Horizontal & Vertical Quadrant



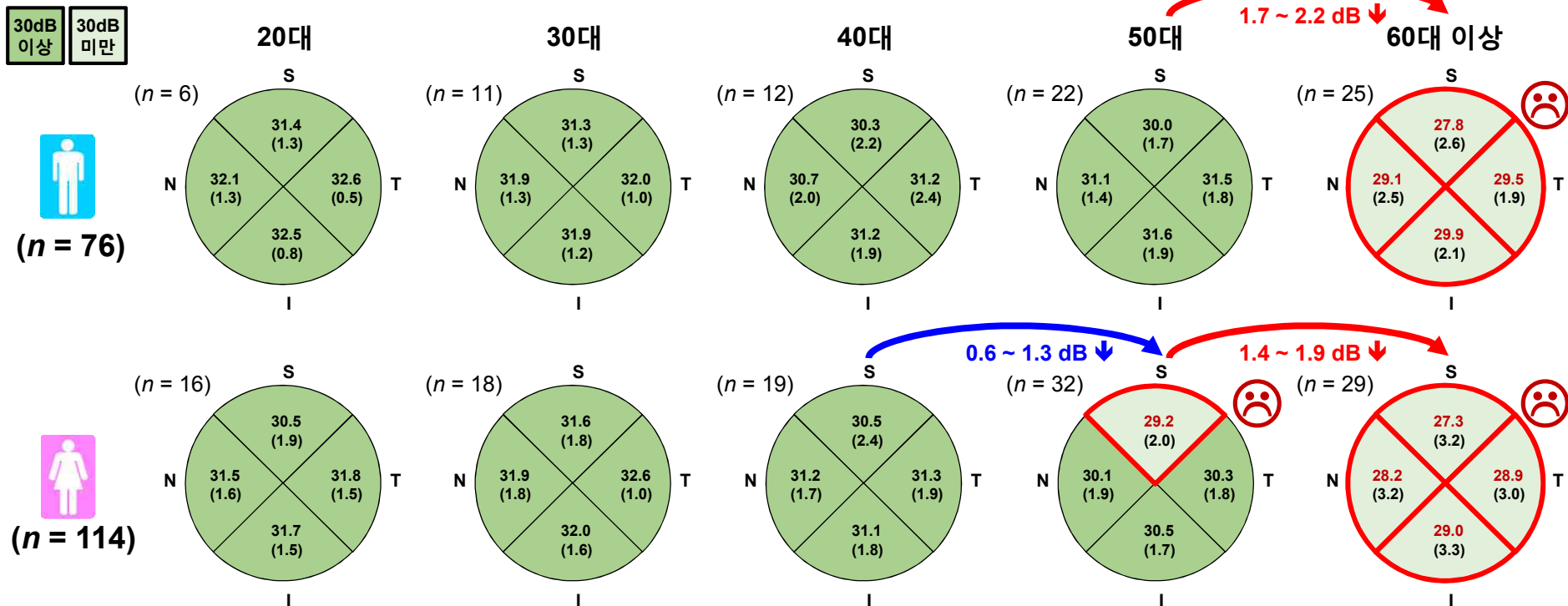
- 남성: **60대부터 시야 결손이 급격히 진행**되는 경향을 보임
- 여성: **50대에 S-N, S-T 영역부터 시야 결손이 시작**되어 **60대에는 급격히 진행**되는 경향을 보임
- Variation: **남성 < 여성**



# 시야 영역별 TSV 분석(성별): Diagonal Quadrant

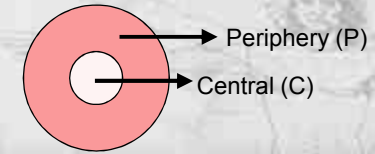


- 남성: **60대부터 시야 결손이 급격히 진행**되는 경향을 보임
- 여성: **50대 D-superior 영역부터 시야 결손이 시작**되어 **60대에는 급격히 진행**되는 경향을 보임
- **남/녀 모두** 타영역 대비 전 연령대에서 **D-superior 영역의 시야 결손 경향**이 뚜렷함

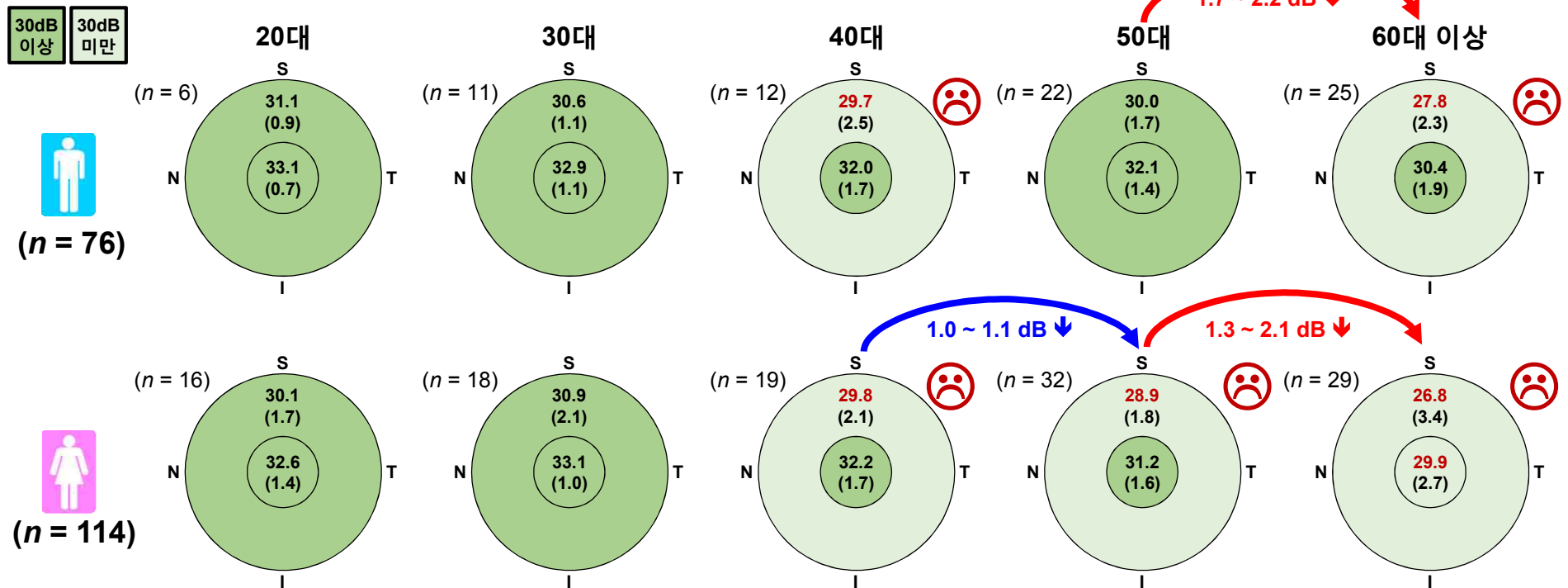




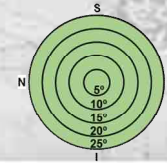
# 시야 영역별 TSV 분석(성별): Radial Method



- 남성: **60대부터 시야 결손이 급격히 진행**되는 경향을 보임
- 여성: **50대 부터 시야 결손이 시작**되어 **60대에는 급격히 진행**되는 경향을 보임
- 대체적으로 **남성 대비 여성의 variation이 큰** 경향을 보임
- Variation: **남성 < 여성**



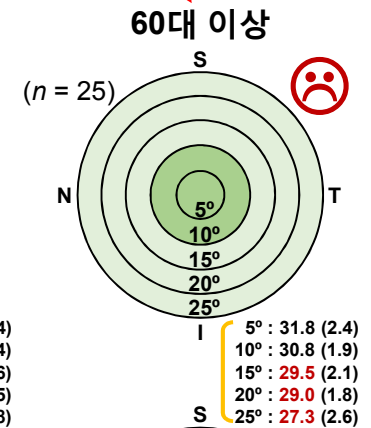
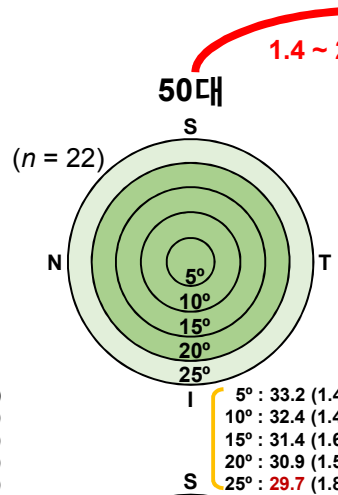
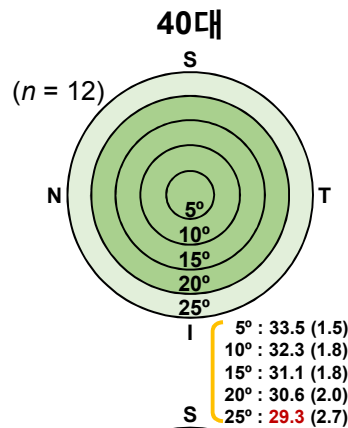
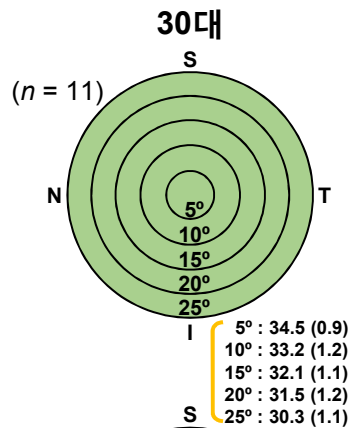
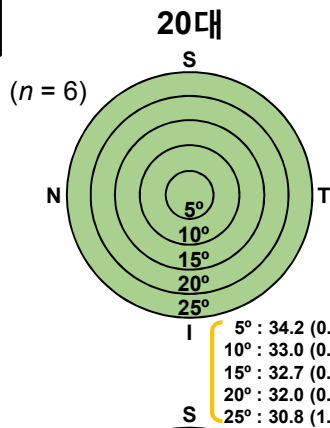
# 시야 영역별 TSV 분석(성별): 5° Concentric Rings



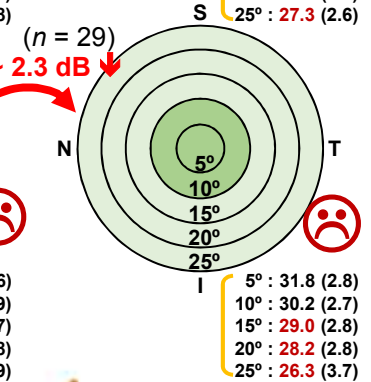
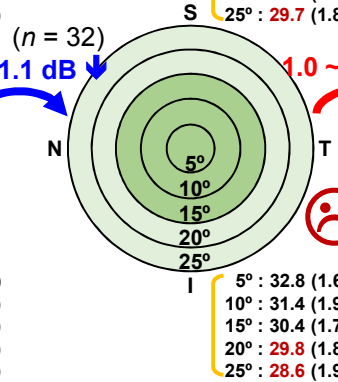
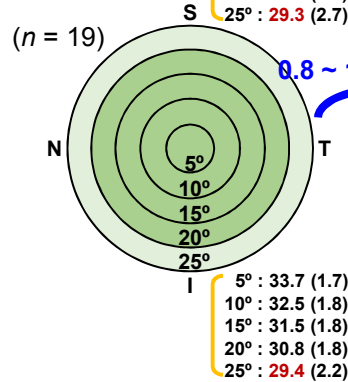
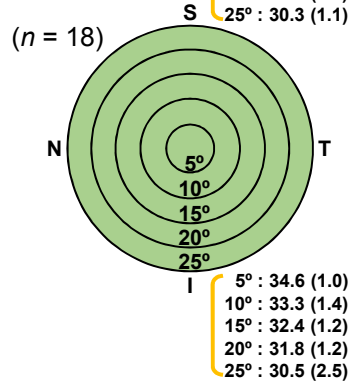
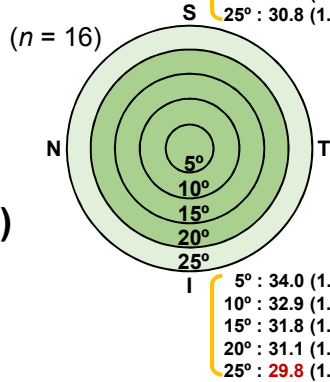
- 남성: 60대에 시야 결손이 15°영역까지 급격히 확장 진행되는 경향을 보임
- 여성: 50대부터 시야 결손이 20°영역으로 확장되기 시작하며 60대에는 15°영역까지 확장되는 경향을 보임

30dB 이상 30dB 미만

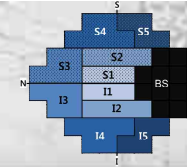
(n = 76)



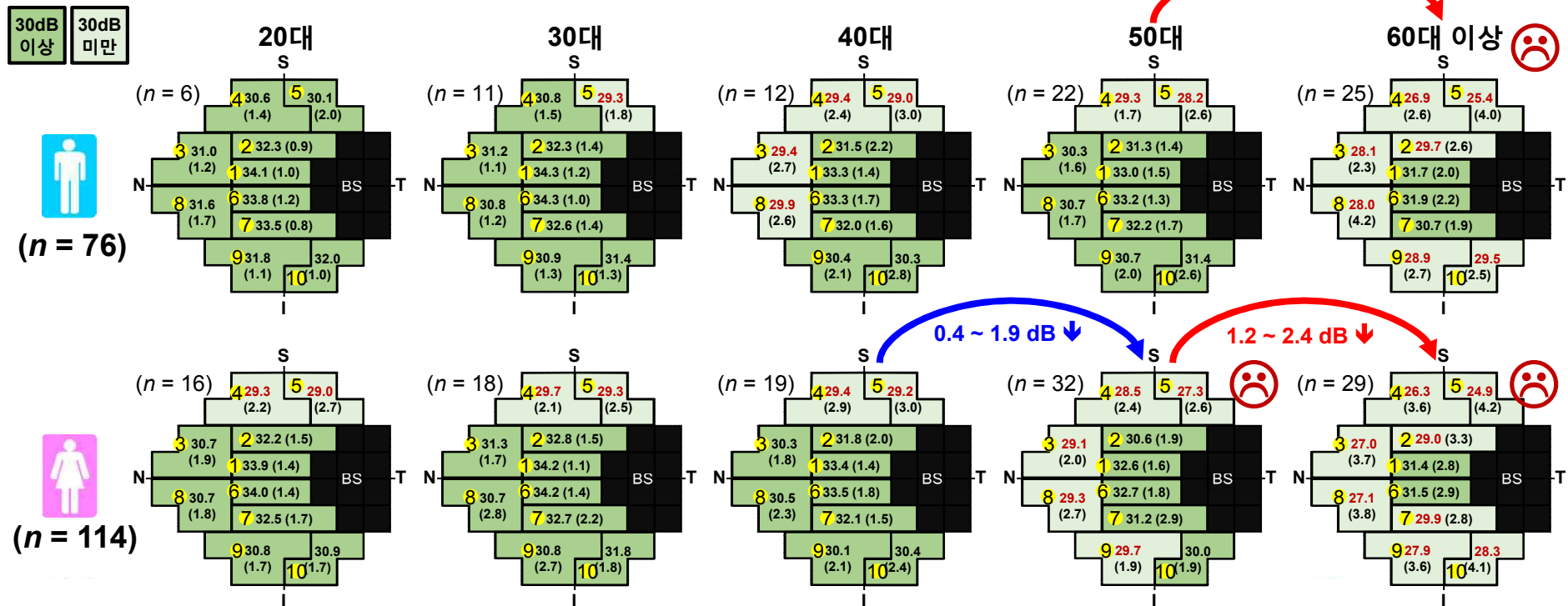
(n = 114)



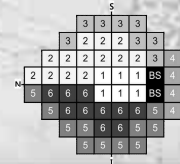
# 시야 영역별 TSV 분석(성별): GHT Sector



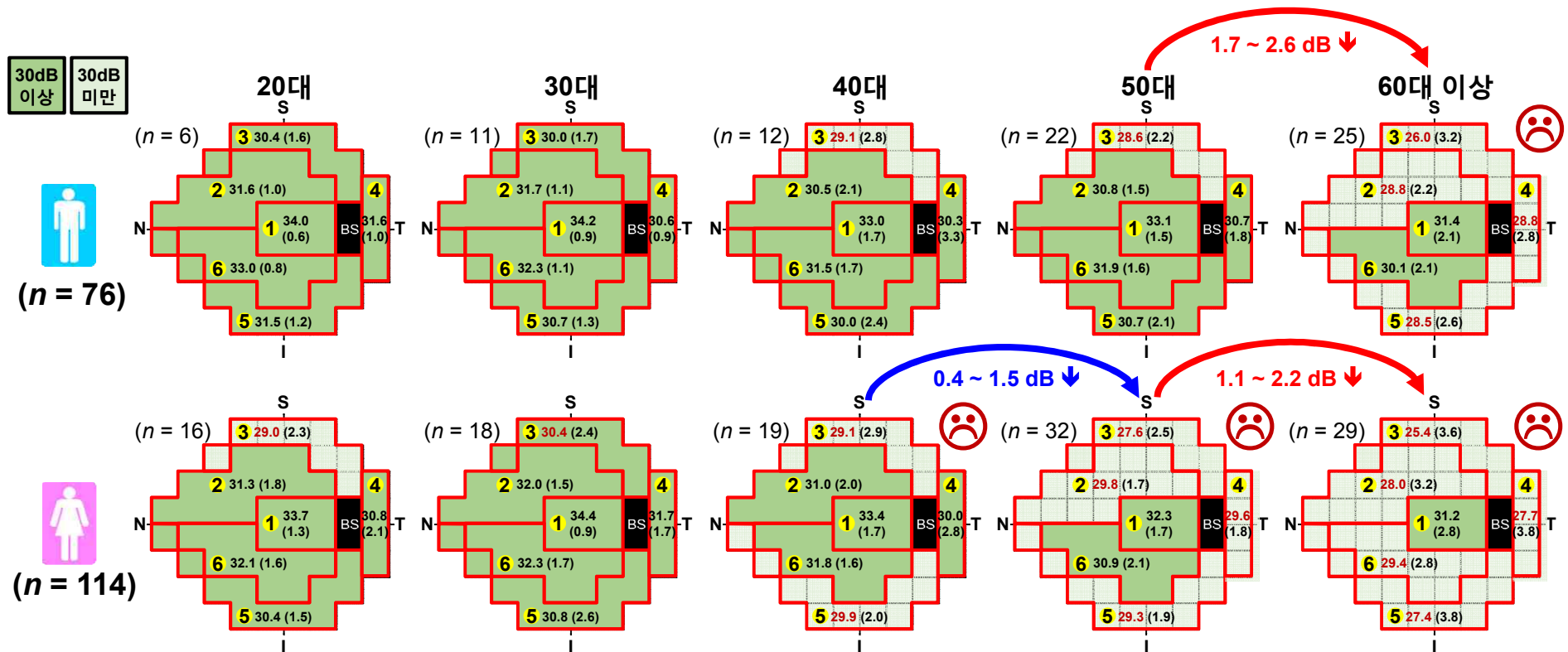
- 남성: **60대부터 시야 결손이 급격히 진행**되는 경향을 보임
- 여성: **50대 ③, ④, ⑤, ⑧, ⑨**부터 시야 결손이 시작되어 **60대에는 급격히 진행**되는 경향을 보임
- 대체적으로 **superior temporal에 속하는 ⑤영역의 시야 결손 경향**이 가장 뚜렷함



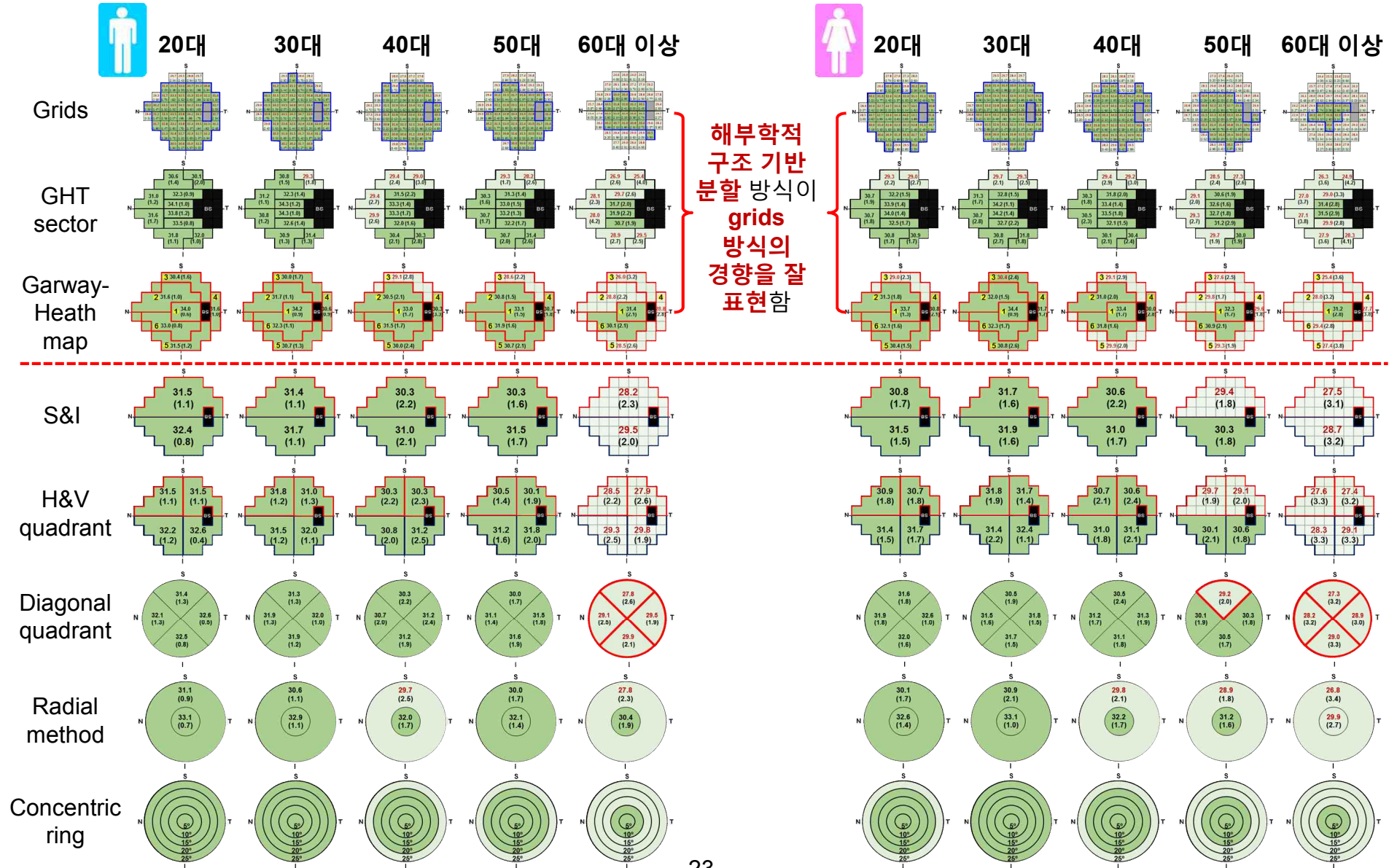
# 시야 영역별 TSV 분석(성별): Garway-Heath Map



- 남성: **60대부터 시야 결손이 급격히 진행**되는 경향을 보임
- 여성: **40대 ③ 영역부터 시야 결손이 시작**되어 **60대에는 급격히 진행**되는 경향을 보임
- 남/녀 모두 모든 연령대에서 superior에 속하는 **③영역의 시야 결손이 가장 심화**됨



# Summary





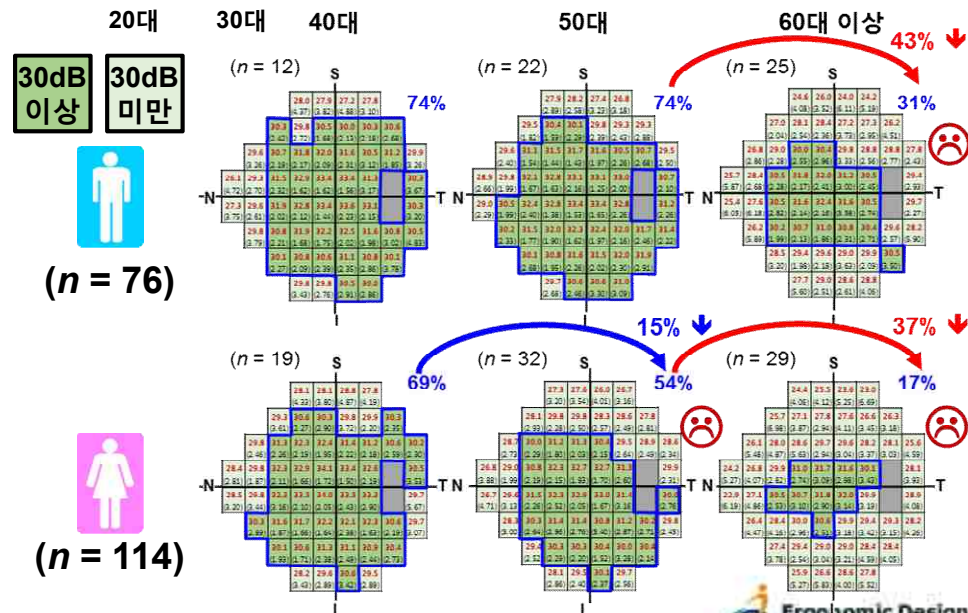
# 토의 (1/2)

□ 본 연구는 기존 정상 시야 연구보다 **연령대를 더 세분화**하여 적용함으로써 **연령대와 성별에서의 TSV 차이를 파악함**

- Na et al. (2002)과 Ha et al. (2002)의 연구에서는 연령별 그룹을 30대 미만, 30대, 40대 이상의 세그룹으로만 분류 ⇒ **연령과 성별에 따른 TSV 차이가 없는 것으로 보고함**
- 본 연구: 남녀 공통적으로 **60대이상 그룹과 타 연령대 그룹은 TSV의 통계적 유의한 차이를 보임, 여성의 경우 시야 결손이 급격히 발생하는 연령이 남성보다 빠름**

Ha et al. (2002)  
Table 1. Demographics and global indices of normal subjects.

Humphrey (N=100)	
Age (years)	35.00±9.04 (18 ~57)
Sex (M:F)	39:61
MD (dB)* <sup>‡</sup>	-1.22±0.86
<30 yr	-1.48±0.70 (n=30)
30~39 yr	-1.16±0.92 (n=36)
>39 yr	-1.07±0.90 (n=34)
PSD (dB) <sup>‡</sup>	1.43±0.33
<30 yr	1.41±0.24 (n=30)
30~39 yr	1.39±0.26 (n=36)
>39 yr	1.51±0.44 (n=34)

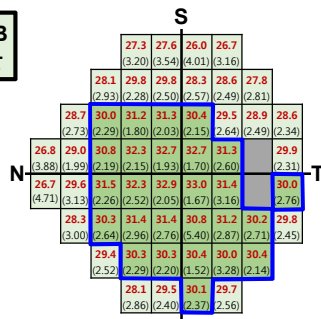


# 토의 (2/2)

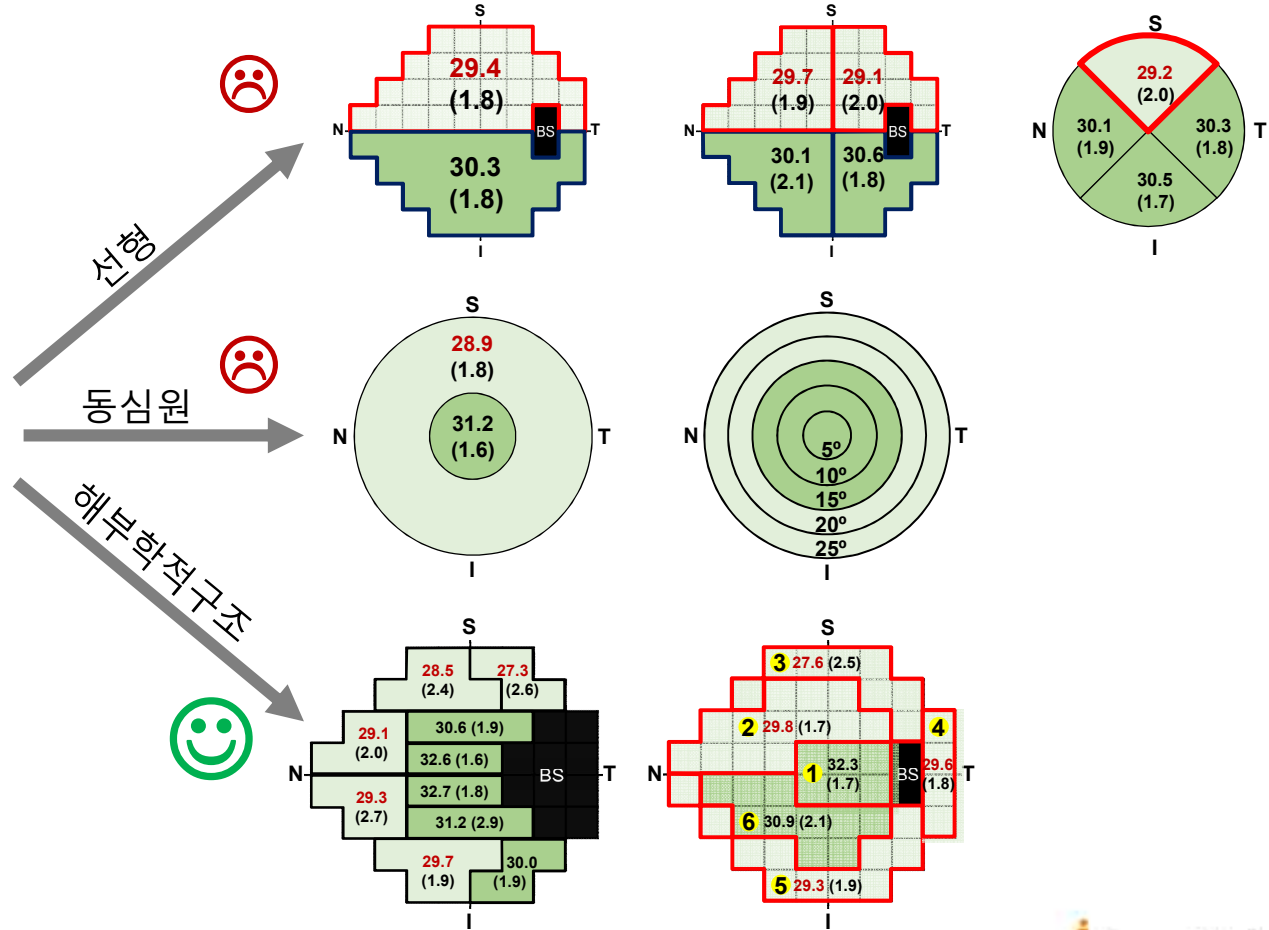
- **해부학적 구조 기반의 시야 영역 분할 방법**(GHT sector, Garway-Heath map)이 정상안의 시야 결손 경향을 보다 잘 반영할 수 있음

50대 여성 정상안  
(n = 32)

30dB 이상  
30dB 미만

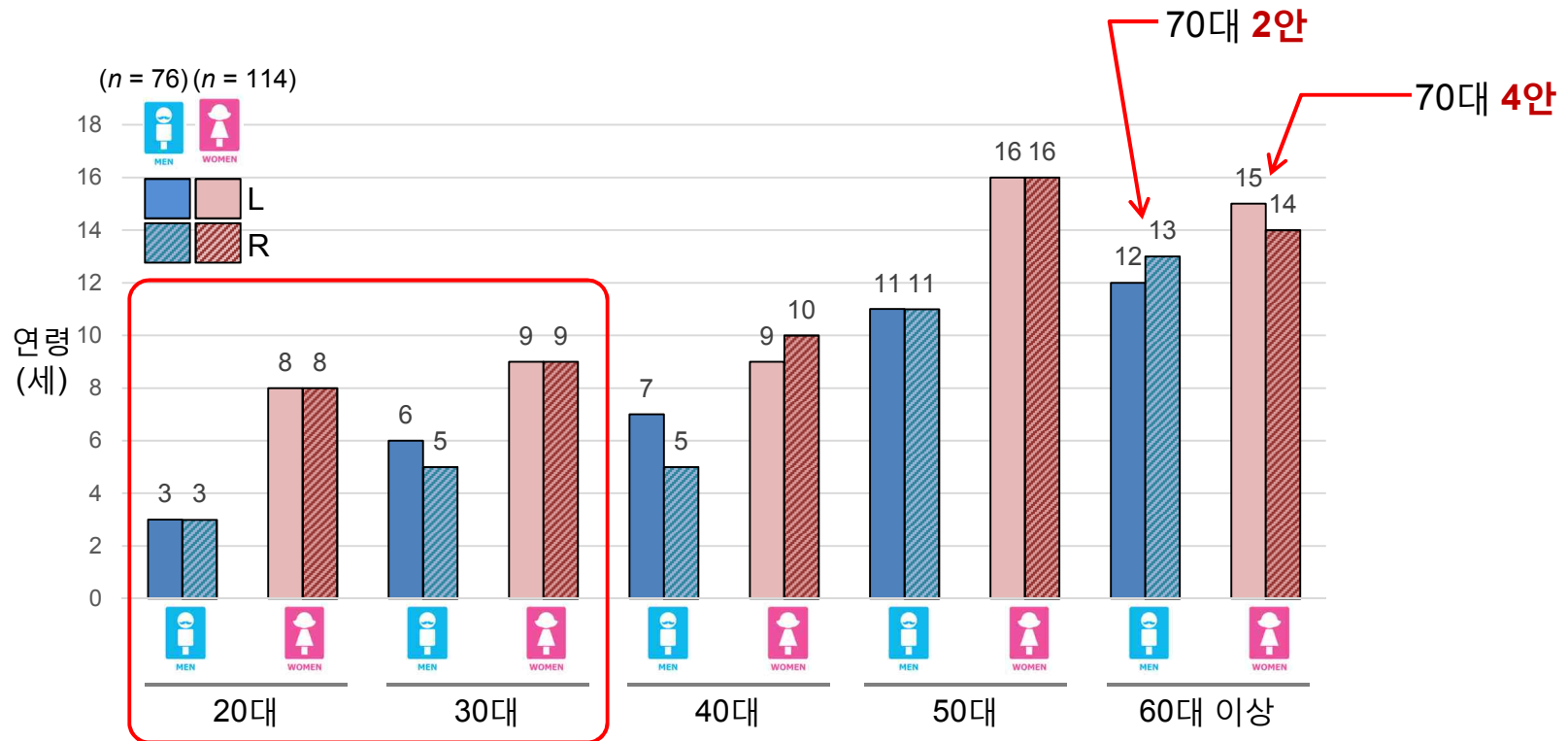


Grids



# 한계점 및 추후 연구

- 데이터를 얻기가 어려웠던 20 ~ 30대 남성과 '60대 이상' 그룹에 포함된 70대 정상안 데이터를 수집하여 **연령대를 보다 세분화하여 분석 수행**
- ⇒ 연령대별 정상안의 TSV 수치와 경향을 면밀히 분석하여 특성을 파악하고 **녹내장 진단 및 연구에 활용할 수 있는 데이터베이스 구축**



# Q & A

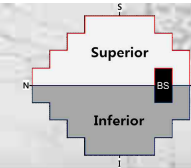
## 경청해 주셔서 감사합니다!



본 연구는 보건복지부의 “의료기기임상시험지원사업(HI14C0818)”과  
중소기업청의 “창업성장기술개발사업(S2450704)”의 지원을 받아 수행되었음

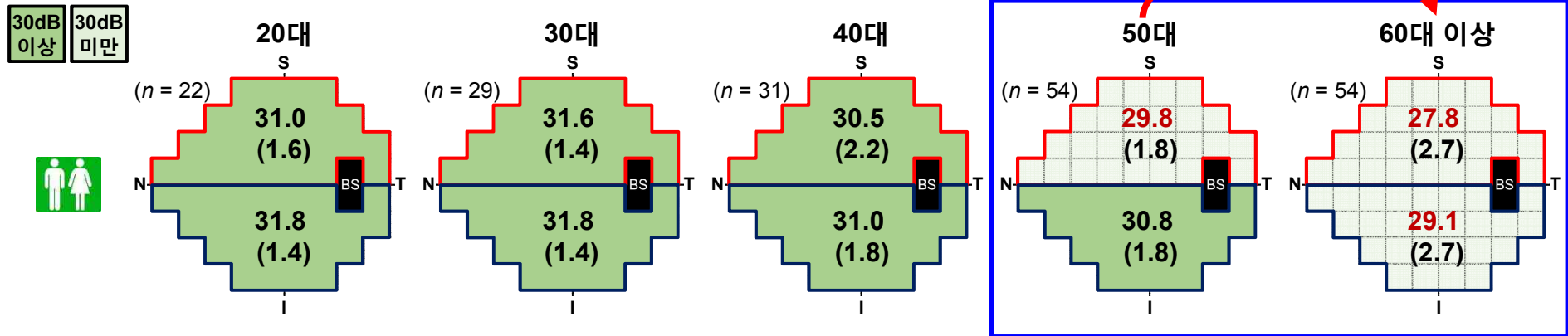
# Appendix

# 시야 영역별 TSV 분석(연령대별): Superior & Inferior



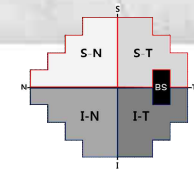
- 60대 부터 시야 결손이 급격히 진행되는 경향을 보임
- 모든 연령대에서 inferior 대비 superior 영역의 시야 결손 경향이 뚜렷함
- 연령 증가에 따라 inferior과 superior 영역의 결손 차이가 뚜렷해짐

50대 대비 두 영역 TSV ↓: 1.7 ~ 2.0 dB



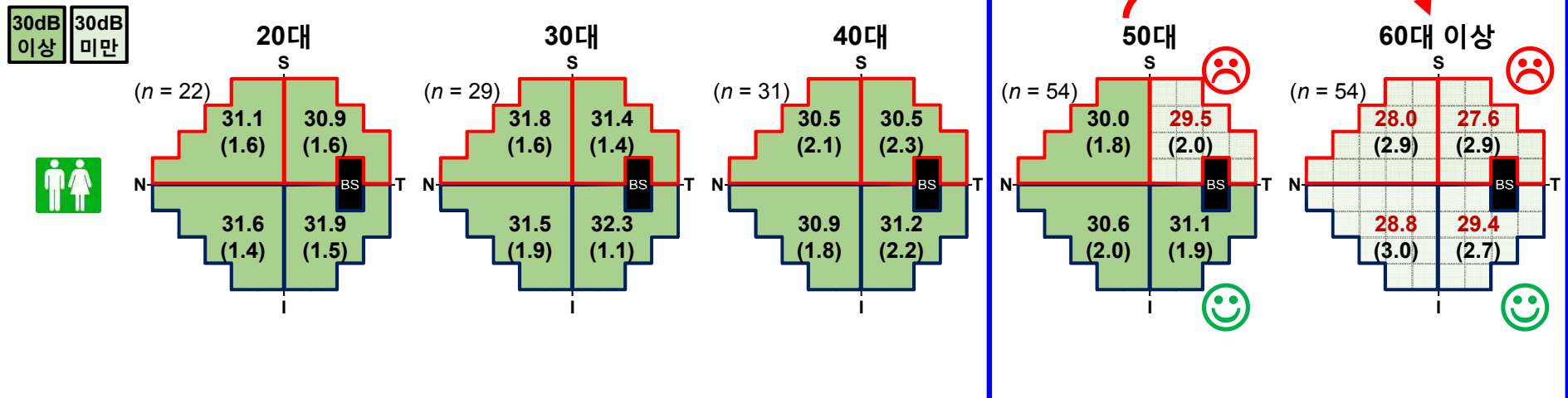


# 시야 영역별 TSV 분석(연령대별): Horizontal & Vertical Quadrant

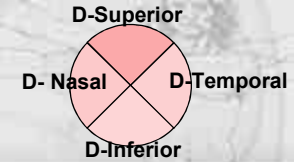


- 60대 부터 **시야 결손이 급격히 진행**되는 경향을 보임
- 모든 연령대에서 **superior-temporal (S-T) 영역의 시야 결손 경향**이 가장 뚜렷함
- **연령 증가에 따라 inferior-temporal (I-T) 영역의 시야**가 타영역 대비 **건강하게 유지**되는 경향을 보임

50대 대비 전 영역 TSV ↓: 1.6 ~ 2.0 dB ☹️

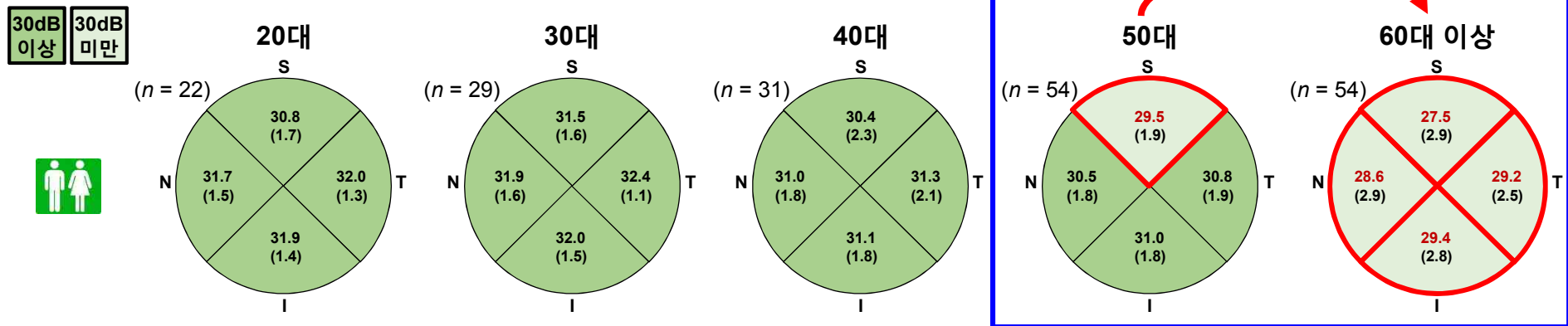


# 시야 영역별 TSV 분석(연령대별): Diagonal Quadrant

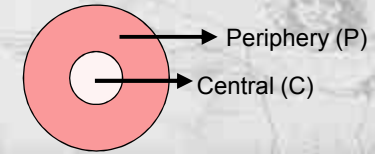


- 60대 부터 **시야 결손이 급격히 진행**되는 경향을 보임
  - Nasal 및 temporal 영역 차이 대비 **superior 및 inferior 영역 차이가 뚜렷한 경향을 보임**(최대 1.9 dB)
  - 60대 이전에는 **superior 영역이 약한 결손 경향**을, 60대 이후에는 **superior 및 nasal 영역의 강한 시야 결손 경향**을 보임
- ⇒ 사분시야 분할 방법에 따라 시야 결손 경향이 상이하게 나타남

50대 대비 전 영역 TSV ↓: 1.6 ~ 2.0 dB 

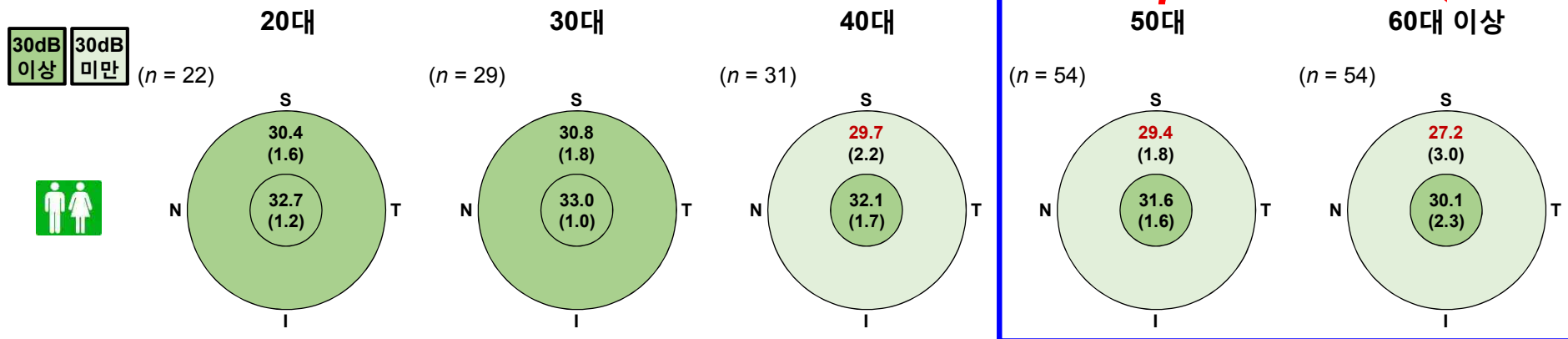


# 시야 영역별 TSV 분석(연령대별): Radial Method

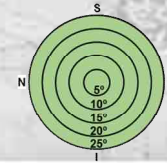


- 60대 부터 **시야 결손이 급격히 진행**되는 경향을 보임
- 중심부(central) 대비 **가장자리 부위(periphery)**의 **시야 결손 경향**이 뚜렷함

50대 대비 전 영역 TSV ↓: 1.5 ~ 2.2 dB ☹️

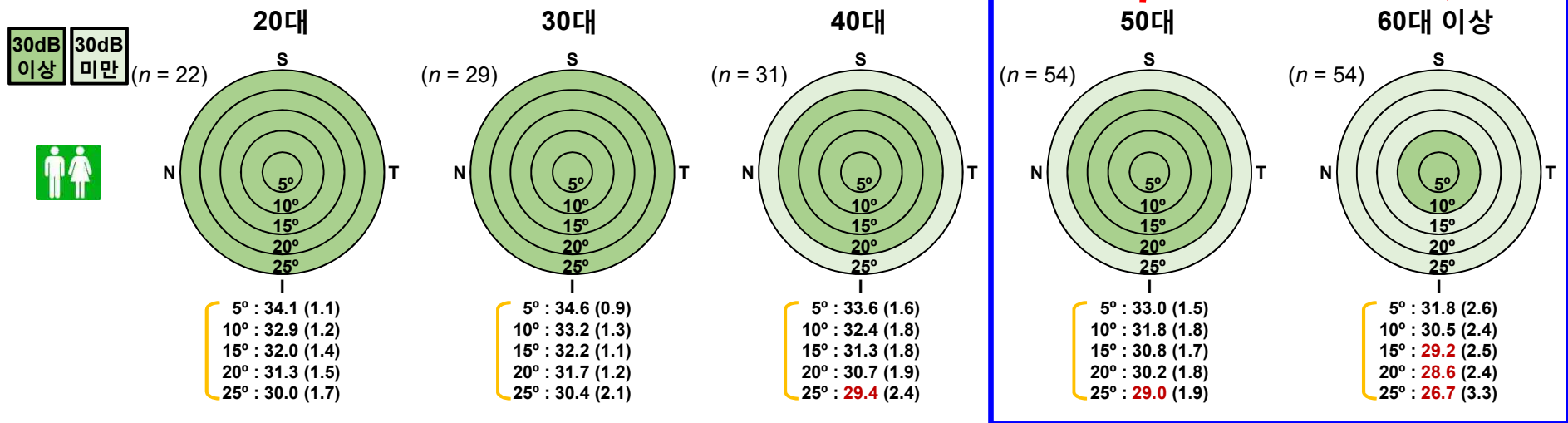


# 시야 영역별 TSV 분석(연령대별): 5° Concentric Rings

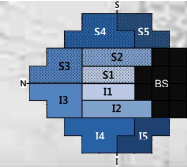


- 60대 부터 시야 결손이 급격히 진행되는 경향을 보임
- 모든 연령대에서 중심에서 가장자리 부위로 나아갈수록 TSV 평균값이 점차 감소함(연령 증가에 따라 감소량 증가)
- ⇒ 가장자리 영역에서부터 시작되는 시야 결손 패턴 확인

50대 대비 전 영역 TSV ↓: 1.2 ~ 3.1 dB ☹️

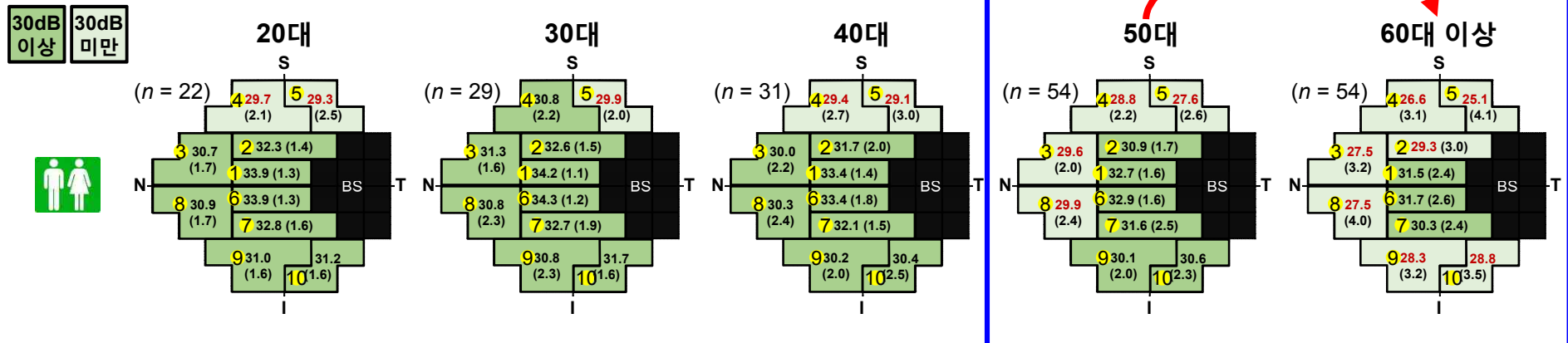


# 시야 영역별 TSV 분석(연령대별): GHT Sector

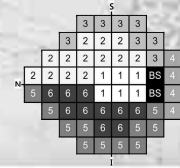


- 60대부터 시야 결손이 급격히 진행되는 경향을 보임
- 모든 연령대에서는 superior temporal에 속하는 ⑤영역의 시야 결손 경향이 가장 뚜렷하였고, 연령 증가함에 따라 superior 영역의 결손 경향이 점점 뚜렷해짐
- 연령이 증가해도 중심부위의 superior (①)와 inferior (⑥) 영역의 차이는 0.2 dB 이하임

50대 대비 전 영역 TSV ↓: 1.3 ~ 2.7 dB ☹️



# Garway-Heath Map



- 60대부터 시야 결손이 급격히 진행되는 경향을 보임
- 60대 그룹에서는 중심 영역(6 영역)을 제외한 모든 영역의 시야 결손 경향이 뚜렷함
- 모든 연령대에서 superior에 속하는 2 영역의 시야 결손 경향이 뚜렷함

50대 대비 전 영 TSV ↓: 1.5 ~ 2.3 dB 

