

Kapittel 10E: Referanseverdier for elektroretinografi (ERG)

Dette kapitlet inneholder referanseverdier for elektroretinografi.

Utarbeidet av prosjektgruppen for Metoder i Klinisk Nevrofysiologi 1993-1997. Revidert av Kvalitetsutvalget i Klinisk nevrofysiologi, 2004-2008, 2017 og 2020.

Sist revidert 05.11.2020

Innholdsfortegnelse

Norske referanseverdier	2
Andre referanseverdier	5
Litteratur.....	11

Norske referanseverdier

Registreringer på pasienter med normalt ERG uten ICD-diagnose som indikerte øyesykdom er gjennomgått. Grenseverdier for dette kontrollmateriale er vist i Tabell 28A og 28B.

N = 35; herav 24 kvinner/jenter. Gjennomsnittsalder var 34.6 år (SD=18.1), spredning 4-75 år. Visus middelerverdi 0.58 (SD=0.26)

Ensidig registrering er gjort med Dantec utstyr (Evomatic eller Keypoint) i årene 1998-2002. Lysintensiteten framgår av tabell 29.

Det er også gjort registreringer med flere lysintensiteter hos noen personer.

Tabell 1: Referanseverdier for ERG, St. Olavs Hospital (pasientmateriale; se over). Latensdider ("implicit times") i ms (øvre grense: middel + 3SD).

Farge og intensitet (Grass PS22 stimulator)	Antall øyne	Middel a-latens (SD)	Middel b-latens (SD)	Middel a +3SD	Middel b +3SD	a latens spredning	b latens spredning
Mørkeadaptert							
Blå 1	36	26,7 (1,9)	52,1 (5,1)	32	68	22 - 31	44 - 62
Blå 16	23	15,7 (1,3)	43,0 (5,3)	20	59	13 - 19	33 - 51
Rød 16	36	18,5 (3,4)	48,6 (5,6)	29	65	15 - 29	40 - 66
Hvit 1	23	23,1 (3,6)	48,3 (7,1)	34	70	17 - 29	42 - 70
Lysadaptert							
Hvit 1	23	16,8 (1,4)	24,8 (1,9)	21	31	13 - 20	20 - 30
Hvit 2	31	16,6 (1,7)	26,9 (3,8)	22	38	14 - 23	23 - 45
Hvit 4	23	15,6 (0,9)	26,4 (2,1)	18	33	14 - 18	23 - 32
Hvit 8	32	14,9 (1,3)	28,5 (2,8)	19	37	13 - 17	24 - 35
Hvit 16	36	14,1 (0,8)	31,3 (3,7)	17	42	13 - 16	21 - 40
Rød 16	35	16,3 (1,3)	27,6 (2,8)	20	36	13 - 19	20 - 33

Tabell 2: Referanseverdier for ERG, St. Olavs Hospital (pasientmateriale; se over). Amplituder i μ V (nedre grense: middel – 3SD) og ratioer.

	Middel a-ampl. (SD)	Middel b-ampl. (SD)	#Middel a-ampl. –3SD	#Middel b-ampl. –3SD	a-ampl. spredning	b-ampl. spredning	a/b ratio (%)
Mørkeadaptert							
Blå 1	65 (32)	344 (95)	12	133	12 - 173	151 - 534	6 – 46
Blå 16	248 (97)	461 (160)	60	137	76 - 403	177 - 834	21 - 103
Rød 16	46 (18)	281 (115)	12	67	16 - 79	91 - 615	4 – 62
Hvit 1	82 (39)	382 (115)	16	155	25 - 76	195 - 724	8 - 38
Lysadaptert							
Hvit 1	16 (11)	46 (26)	1,9	5,8	3 – 52	6 - 110	10 – 58
Hvit 2	27 (26)	92 (77)	1,9	6,4	2 - 157	10 - 434	13 - 60
Hvit 4	31 (12)	123 (49)	8,9	27,2	14 - 54	30 - 217	14 - 47
Hvit 8	41 (18)	151 (72)	9,1	30	13 - 76	54 - 312	16 - 50
Hvit 16	57 (23)	172 (61)	14,2	58,1	20 - 104	80 - 340	14 – 72
Rød 16	21 (9)	79 (38)	6	16,1	6 – 45	18 - 208	15 - 53
Flicker hvit							
5 Hz		129 (76)		17		22 - 325	
30 Hz		110 (77)		15		19 - 326	
A30/A5 ratio	1,1 (0,6)		0.20		0.3 - 2.6		

= logtransformerte data (beskrevet i kapittel om normalverdier)

Tabell 3: Tabell 29. Lysmåling Grass PS22 og lokal lagde filter (blå, rød og hvit) og egenprodusert Ganzfeldt.

	lux s	cd s/m ²	log ₁₀ int
Blå 1	0,29	0,04	-1,77
Blå 16	6,54	0,79	-0,42
Rød 16	1,62	0,2	-1,02
Rød 2	0,26	0,03	-1,82
Hvit 1	0,79	0,10	-1,33
Hvit 2	1,88	0,23	-0,96
Hvit 4	2,81	0,34	-0,78
Hvit 8	6,41	0,78	-0,42
Hvit 16*	17,04	2,1*	0

Målt juni 2003: integrerende lysmåler med autoreset Ole Støren), 180 grader vinkel, fysiologisk filter, ved Ganzfeldt åpning. Bakgrunn: 25-30 cd/m² (0.9 A på pærens strømforsyning). 400 lux = 45-52 cd/m². * = Hvit 16 tilsvarer standard flash (SF)

Merknader til tabell 29: Målingen viser at vårt svakeste stimulus (blå 1; -1,77 log enheter) er en del sterkere enn det som anbefales som stimulus for mørkeadaptert skotopisk respons (-2,5 log enheter, ca 0,01 cd s/m²). Dette kan forklare at våre kontrollverdier for b-latens er en del kortere enn det flere har rapportert, og at vi fikk en liten a-bølge ved blå 1.

Andre referanseverdier

Tabell 4: 99% referansegrenser for b-bølgen*. Latenser er gitt i ms og amplituder i μV .

		Skotopisk stavrespons (hvit 0.02 cd s/m ²)		Skotopisk blandet respons (hvit SF)		Tapp enkeltflash respons (hvit SF)		Tapp flikker respons (hvit SF, 30Hz)
		B latens	B ampl.	B latens	B ampl.	B latens	B ampl.	B amplitude
5-9år	jenter	69	191	40	406	31	72	93
	gutter	71	157	40	359	31	72	57
10-19år	jenter	69	179	41	396	32	72	86
	gutter	70	145	40	349	32	72	49
20-34år	kvinner	69	159	42	379	33	72	73
	menn	70	125	41	332	33	72	37
35-55år	kvinner	71	131	42	356	33	72	56
	menn	72	97	42	309	32	72	20
>55år	kvinner	76	99	44	329	32	72	36
	menn	77	65	43	283	32	72	

SF=6.26 cd s /m² er brukt i denne studien. Internasjonal standard er fulgt; 3-300 Hz filter, n = 77 (48 kvinner) 6-80 år

*Jacobson DM, Tetzlaff BA, Berg RL. Establishing an ERG laboratory according to an international standard. Am J EEG Technol 1996;36:47-65

Tabell 5: 99% referansegrenser for α -bølgen. Latenser er gitt i ms og amplituder i μ V. (Jacobson DM; samme materiale som i tabell 30)

		Antall personer	Skotopisk blandet respons (hvit SF)		Tapp enkelt flashrespons (hvit SF)	
			A latens	A amplitude	A latens	A amplitude
5-9 år	jenter	5	15	258	14	10
	gutter	7	15	239	14	7
10-19 år	jenter	10	15	249	14	21
	gutter	12	15	230	14	18
20-34 år	kvinner	14	15	233	14	18
	menn	4	15	214	14	15
35-55 år	kvinner	9	16	211	14	25
	menn	3	16	192	14	22
>55 år	kvinner	10	17	186	14	11
	menn	3	17	166	14	7

SF = 6.26 cd s /m². Internasjonal standard. 3-300 Hz filter, n = 77 (48 kvinner) 6-80 år

Tabell 6: Referanseverdier for ERG i forskjellig alder.* Middelveidier og grenseverdier i parentes er oppgitt (øvre grenseverdier for latenser og nedre grenseverdier for amplituder). Latenser er gitt i ms og amplituder i μV .

Mørkeadaptert

	Stavrespons (blå)		maksimal blandet respons (intensitet 16)	
	b-amplitude	b- latens	b-amplitude	b- latens
Nyfødt	2,7 (0)	117 (145)	33 (11)	63 (71)
4 mdr	45 (22)	94 (108)	170 (92)	49 (55)
5-14 år	145 (99)	81 (91)	372 (254)	38 (44)
15-44 år#	139 (91)	81 (90)	349 (236)	37 (40)
45-54 år	117 (75)	85 (95)	339 (232)	39 (45)
55-64 år	83 (39)	91 (102)	257 (176)	42 (50)
65-79 år	87 (39)	93 (112)	257 (189)	41 (46)

Lysadaptert

	Tapp enkelt-flashrespons (intensitet 16)		Tapp-30 Hz flikkerrespons (intensitet 4)	
	b-amplitude	b- latens	b-amplitude	b- latens
Nyfødt	16 (5)	42(49)	4,7 (1)	42 (47)
4 mdr	76 (43)	35 (37)	32 (9)	36 (41)
5-14 år	115 (76)	29 (31)	68 (41)	29 (31)
15-44 år#	98 (64)	28 (31)	66 (41)	29 (55)
45-54 år	93 (53)	29 (32)	59 (32)	29 (31)
55-64 år	55 (41)	29 (32)	34 (21)	32 (37)
65-79 år	65 (40)	30 (33)	35 (19)	32 (34)

n=229, 5-79 år, 137 kvinner; I tillegg: 10 nyfødte og 30 4 mdr gamle spebarn

Grass PS 22, LAD: 34 cd/m² bakgrunnsbelysning, SF (int 16)=2,0 cd s/m², 30Hz: 0,4 cd s/m², Stavrespons: 440 nm (-2,5 log enheter "skotopisk effektivitet" vs SF= -3,7 log enheter luminans vs SF)

= Gjennomsnitt over 3 dekader

*Birch og Anderson (Arch Ophtalmol 1992;110:1571)

Westall et al (1998-9) har også analysert utviklingen i forhold til alder for en rekke ERG variable; se figurer i originalartikkelen.

Tabell 7: Absolutte sideforskjeller i ERG. Latenser er gitt i ms og amplituder i μV .

			Latens		Amplitude	
			Median	98% persentil	Median	98% persentil
Stav	Skotopisk	b	0	8	22	80
Blandet	Skotopisk	a	0	1	23	94
	Skotopisk	b	0	3,1	25	185
Tapp	Fotopisk	a	0	1,9	10	75
	Fotopisk	b	0	1	6	47
	Flikker	b	0	1,3	27	206
Oscillatorisk potensial				18	86	

N = 77 friske personer mellom 6 og 80 år. Standard flash var 6.3 cd s/m² og utført bilateral registrering.

Tallene i tabell 7 er hentet fra Jacobson DM, Tetzlaff BA, Berg RL. Establishing an ERG laboratory according to an international standard. Am J EEG Technol 1996;36:47-65

Jacobi et al diskuterer i en velskrevet artikkel hvordan den internasjonale standardprotokollen kan utvides med flere stimulusintensiteter og farge-stimuli. De har riktignok benyttet en såkalt DTL-elektrode (tråd-elektrode som festes i nedre conjunctival fold), noe som i gjennomsnitt reduserer ERG- amplituden med ca 18% og latensene med ca 5%. Fordelen er at de unngår lokalbedøvelse og at det ikke er noen risiko for cornea-avskrapning. De poengterer også at tappresponsen øker med lengden på lysadaptering: Normalverdier for 30 Hz flikker respons er større etter 10 minutter enn etter 1 minutt. Lysadaptert ERG fra blå-sensitive tapper og bruk av b/a ratio beskrives.

Tabell 8: Normalverdier b-bølge med DTL-elektrode* etter internasjonal standard#

	Amplitude		Latens	
	Median	99% persentil (nedre)	Median	99% persentil (øvre)
Stav	223	70	80	116
Maksimal	424	195	39	57
Oscillatorisk potensial	43	42	24	25
Tapp	78	69	30	31
Flikker	25	23	30	35
rød (LAD)*	45	11	26	29
blå (LAD)*	11	8	35	38

*0,01cd s /m² ved henholdsvis 440 (for blå-sensitive tapper) og 600 nm
 alder 20-50 år (b/a amplituderatio for maksimal stavrespons
 for normalverdier ved ulike latenser og farger)

n=20, friske,
 mellom 1,5 og 1,7. Se artikkel

#Jacobi P, Miliczek K, Zrenner E. Experiences with the international standard for clinical electroretinography: normative values and clinical practice. Doc Ophtalmol 1993;85:95-114.

Tabell 9: Tabell 35. Internasjonal standard for klinisk ERG (Marmor MF, Zrenner E. Standards for clinical electroretinography (1994 update) Doc Ophthalmol 1995;89:199-210)

Metodedetaljer:

Ganzfeld kule	Cornea-elektrode	Flash durasjon < 5 ms	Fargefilter trengs ikke
Bakgrunnslys: 17-34 cd/m ² = LAD	Lysintensiteten svekkes i steg som angis med logaritmisk skala. Forskjellen i steg bør være mindre enn 0.25 log enheter)	Bruk et luminansmeter om har integreringsfunksjon	
Maksimalt dilatert pupille	20 min. mørkeadaptasjon	0.3-300 hz filter	

Fem hovedresponser

1. Stav respons	Svakt lys (-2.5 log enheter i forhold til SF) hvitt eller blått flash (MAD)	repetisjons rate <0,5 hz	
2. Maks kombinert respons	Hvitt SF (MAD)		repetisjons rate <0,1 hz
3. Oscillatorisk potensial (usikker klinisk betydning!)	Hvitt SF	75 (100)-300 hz filter	repetisjons rate < 0,07 (MAD) eller 0,7 hz (LAD); sløyf første respons
4. Enkelt-flash tapp respons	Hvitt SF (LAD > 10 min)	(averaging)	repetisjons rate < 2 Hz
5. 30 Hz flikker respons	Hvitt SF (LAD > 10 min)	bør ekskludere de første responsene	

LAD = Lysadaptert; MAD = mørkeadaptert.

En svakhet ved internasjonal standard er at standard flash (SF) er litt upresist oppgitt ("at least 1.5-3 cd s/m²").

Litteratur

Birch and Anderson. Standardized full-field electroretinography. Normal values and their variation with age. Arch Ophthalmol 1992;110:1571.

Jacobi P, Miliczek K, Zrenner E. Experiences with the international standard for clinical electroretinography: normative values and clinical practice. Doc Ophthalmol 1993;85:95-114.

Jacobson DM, Tetzlaff BA, Berg RL. Establishing an ERG laboratory according to an international standard. Am J EEG Technol 1996;36:47-65

Marmor MF, Zrenner E. Standards for clinical electroretinography (1994 update) Doc Ophthalmol 1995;89:199-210

Westall CA, Pantan CM, Levin AV. Time courses for maturation of electroretinogram responses from infancy to adulthood. Doc Ophthalmol. 1998-99;96:355-79.