

Untersuchungen zur Erstellung von Referenzbereichen für Alaninaminotransferase, Aspartataminotransferase, alkalische Phosphatase, Gammaglutamyltransferase, Cholinesterase Laktatdehydrogenase und α -Hydroxybutyratdehydrogenase bei Neugeborenen, Kindern, Jugendlichen und Erwachsenen

Studies in establishing reference ranges for alanine aminotransferase, aspartate aminotransferase, alkaline phosphatase, gamma-glutamyltransferase, cholinesterase, lactate dehydrogenase and α -hydroxybutyrate dehydrogenase in neonates, children, adolescents and adults

Gudrun Wiedemann, Th. Simon, D. Wetzell, B. Hofmann, M. Jörg

Zusammenfassung

Bei über 1600 gesunden Neugeborenen, Säuglingen, Kindern, Jugendlichen und Erwachsenen im Alter zwischen 5 Tagen und 90 Jahren wurden die Aktivitäten der Serumenzyme Alaninaminotransferase, Aspartataminotransferase, alkalische Phosphatase, Gammaglutamyltransferase, Cholinesterase, Laktatdehydrogenase und α -Hydroxybutyratdehydrogenase bestimmt. Die Aktivitätsmessung von Alaninaminotransferase, Aspartataminotransferase, alkalischer Phosphatase, Laktatdehydrogenase und α -Hydroxybutyratdehydrogenase erfolgte mit Testbesteckchen der Firma Beckman nach den Standardmethoden der DGKC für 25 °C optimiert, Gammaglutamyltransferase und Cholinesterase wurden mit Hilfe von Testbesteckchen der Firma Beckman nach den Standardmethoden der AACC für 37 °C optimiert bestimmt. Alle Enzymanalysen wurden bei einer Meßtemperatur von 37 °C durchgeführt. Das Probandenkollektiv wurde in Referenzgruppen aufgeteilt. Entsprechend den Empfehlungen der International Federation of Clinical Chemistry wurde der 95 %-Streubereich als

Referenzbereich angenommen. Nach Testung auf signifikante Gruppenunterschiede konnten die Referenzgruppen weiter zusammengefaßt werden.

Schlüsselwörter

Referenzbereiche – Serumenzyme – Neugeborene – Kinder – Erwachsene

Summary

Activity of the serum enzymes alanine aminotransferase, aspartate aminotransferase, alkaline phosphatase, gamma-glutamyltransferase, cholinesterase, lactate dehydrogenase, and α -hydroxybutyrate dehydrogenase was measured in over 1600 healthy neonates, infants, children, adolescents and adults with ages ranging from 5 days to 90 years. The activity of alanine aminotransferase, aspartate aminotransferase, alkaline phosphatase, lactate dehydrogenase, and α -hydroxybutyrate dehydrogenase was measured with test sets supplied by the Beckman Cop. The tests complied with the standard methods recommended by the German Society for Clinical Chemistry and were optimized for 25 °C. Gamma-glutamyltransferase and cholinesterase were measured with test sets from the Beckman Co.; the tests conformed with the standard recommendations of the AACC and were optimized for 37 °C. All enzyme analyses were performed at a measurement temperature of 37 °C. The test collective was divided into reference groups. In accordance with the recommendations of the International Federation of Clinical Chemistry, the 95 % range of scatter was taken as the reference range. Reference groups were further compiled after testing for significant group differences.

Anschriften der Autoren:

Klinisch-Chemisches Labor
Klinikum Erfurt, Erfurt

Korrespondenz-Adresse:

Dozent Dr. med. habil. Gudrun Wiedemann, Klinische Chemie und Laboratoriumsdiagnostik, Klinikum Erfurt, Nordhäuser Straße 74, Postfach 595, D-99012 Erfurt

Key words

Reference ranges – serum enzymes – neonates – children – adults

Einführung

Enzyme nehmen eine wichtige Stellung in der klinisch-chemischen Diagnostik ein. Die extrazelluläre Aktivität der untersuchten Enzyme ist bei gesunden Probanden gering. Im Krankheitsfall können die Enzyme die gestörte Zellmembran passieren. Auf Grund der Vielzahl moderner Bestimmungsmethoden für die Enzymaktivitäten ist es notwendig, exakte Referenzbereiche für die Aktivität der einzelnen Enzyme im Serum mit dem jeweils verwendeten Test zu erstellen.

Das Ziel der Arbeit bestand in

- der Ermittlung von Referenzbereichen für die Serumenzyme Alaninaminotransferase, Aspartataminotransferase, alkalische Phosphatase, Gamma-glutamyltransferase, Cholinesterase, Laktatdehydrogenase und α -Hydroxybutyratdehydrogenase für Probanden im Alter vom 5. Lebensjahr bis zum vollendeten 90. Lebensjahr bei einer Meßtemperatur von 37 °C
- der Prüfung auf signifikante Unterschiede zwischen den Referenzgruppen hinsichtlich der untersuchten Parameter.

Material und Methode

Probanden und Probenmaterial

Probanden

Von über 1600 gesunden Probanden im Alter von 5 Tagen bis zum vollendeten 90. Lebensjahr wurden die Serumenzyme Alaninaminotransferase, Aspartataminotransferase, alkalische Phosphatase, Gamma-glutamyltransferase, Cholinesterase, Laktatdehydrogenase und α -Hydroxybutyratdehydrogenase bestimmt. Bei Neugeborenen wurde im Rahmen des Hypothyreose-Screenings Venenblut entnommen. Für die Blutentnahmen bei allen anderen Probanden im Kindesalter lag das schriftliche Einverständnis der über den Zweck der Untersuchung aufgeklärten Eltern vor. Die Ethikkommission der Medizinischen Hochschule Erfurt hatte dieser Vorgehensweise zugestimmt.

Bei der Entscheidung über die Aufnahme oder den Ausschluß von Probanden gelten die von Witt und Trendelenburg [6] und der IFCC [13] erarbeiteten Ausschlusskriterien. In die Altersgruppe am 5. Lebensjahr wurden nur Neugeborene mit einem Geburtsgewicht zwischen 2500 und 4000 g und einem Gestationsalter zwischen vollendeter 37. und vollendeter 41. Woche aufgenommen. Neugeborene mit einer Hyperbilirubinämie wurden ausgeschlossen. Ebenfalls ausgeschlossen wurden Neugeborene, die operativ bzw. die aus Beckenendlage entbunden wurden. Bei den Müttern der Neugeborenen durfte keine akute oder chronische Erkrankung vorliegen.

Probenmaterial

Etwa 2 ml Blut wurde durch Punktion einer Schädels- oder Armvene unter Verwendung von Sicherheitsmonovetten der Firma Sarstedt, Nümbrecht, abgenommen. Unmittelbar danach erfolgte die Zentrifugation bei 3000 U/min für die Dauer von 10 Minuten. Das Serum wurde abpipettiert und bei –22 °C bis zur Bestimmung der einzelnen Parameter maximal 1 Woche gelagert.

Methoden

Die Bestimmung der Serumenzyme ALAT, ASAT, AP, LDH und α -HBDH erfolgte mit Testbesteckern der Firma Beckman nach den Standardmethoden der DCKC für 25 °C optimiert. Die CHE und GGT wurden mit Hilfe von Testbesteckern der Firma Beckman nach den Standardmethoden der AACC für 37 °C optimiert bestimmt. Alle Enzymanalysen wur-

Abkürzungen:

AACC	= American Association of Clinical Chemistry
ALAT	= Alaninaminotransferase
AP	= alkalische Phosphatase
ASAT	= Aspartataminotransferase
CHE	= Cholinesterase
DGKC	= Deutsche Gesellschaft für Klinische Chemie
GCT	= γ -Glutamyltransferase
α -HBDH	= α -Hydroxybutyratdehydrogenase
LDH	= Laktatdehydrogenase
m	= männlich
PZ	= Perzentile
s	= Standardabweichung
VK	= Varianzkoeffizient
w	= weiblich
x	= arithmetischer Mittelwert

den am Analyseautomaten Synchron CX 4 der Firma Beckman bei einer Meßtemperatur von 37 °C durchgeführt.

Qualitätskontrolle

Zur Kontrolle der Präzision von Tag zu Tag wurde Kontrollserum Serodos der Firma Greiner, Flacht, in jeder Serie mitgeführt. Aus den Einzelergebnissen der Kontrollseren wurden arithmetischer Mittelwert (\bar{x}), Standardabweichung (s) und Variationskoeffizient (VK) als Maß für den methodischen Fehler für jedes Enzym ermittelt.

Statistische Auswertung der Ergebnisse

Die Prüfung des Verteilungstyps wurde mit Hilfe des Kolmogorov-Smirnov-Testes vorgenommen. Unterschrift die so ermittelte Irrtumswahrscheinlichkeit den vorgegebenen Wert von $\alpha = 0,05$, so wurde eine Normalverteilung nach Gauss angenommen. Bei Nichtvorliegen einer Causschen Normalverteilung wurde die 2,5., 50. und 97,5. Perzentile in den Referenzgruppen ermittelt. Mit Hilfe des U-Testes nach Mann & Whitney wurden die Altersgruppen für jedes Enzym auf signifikante Gruppenunterschiede untersucht. Bestand kein signifikanter Unterschied zwischen den Referenzgruppen, wurde im folgenden diese als eine gemeinsame Gruppe betrachtet. Medianwerte und Referenzbereiche neu berechnet.

Ergebnisse

Bei über 1600 Probanden wurden die Aktivitäten der Enzyme ALAT, ASAT, AP, GGT und CHE bestimmt. In der nachfolgenden Bearbeitung wurden männliche und weibliche Probanden, wenn statistisch möglich zusammengefaßt. Die Untersuchung auf signifikante Unterschiede zwischen den einzelnen Altersgruppen gestattete eine weitere Zusammenfassung der Probanden. Die Referenzbereiche der einzelnen Parameter sind den Tabellen 1 bis 8 zu entnehmen. Die Ergebnisse der Qualitätskontrolle sind in Tabelle 9 dargestellt.

Diskussion

In den letzten 25 Jahren haben sich die Methoden zur Ermittlung von Enzymaktivitäten häufig geändert. Es gibt empfohlene Standardmethoden der einzelnen nationalen Gesellschaften für klinische Chemie, aber auch empfohlene optimierte Standardmethoden der IFCC. Der Unterschied zwischen den einzelnen Methoden besteht in der Wahl der Puffersysteme, des pH-Wertes, der Substratkonzentration und der Konzentration von Coenzymen und Hilfsenzymen.

Erhebliche Auswirkung auf die gemessene Enzymaktivität hat die empfohlene Meßtemperatur. Viele der verfügbaren Referenzbereiche sind bei 25 °C ermittelt worden. Heute wird durch IFCC und DGKC die Aktivitätsbestimmung bei 37 °C empfoh-

Tabelle 1. Referenzbereiche für die Aktivität der ALAT im Serum bei 37 °C (Angaben in U/l)

Gruppe	Alter	n	Median	Normalbereich (95 % Streubereich)	Minimum	Maximum
1	5 Tage	143	14,4	8,4–33,6	6,6	42,6
2	6–28 Tage	66	16,2	4,8–36,0	1,2	45,0
3	2– 6 Monate	127	15,6	5,4–34,2	4,8	46,2
4	7–12 Monate	50	15,6	3,6–33,6	1,2	36,0
5	2– 4 Jahre	205	15,0	7,8–34,8	1,2	44,4
6	5– 7 Jahre	92	14,4	8,4–32,4	7,8	55,2
7	8–10 Jahre	93	13,2	7,2–33,0	5,4	34,8
8 m	11–18 Jahre	113	13,8	6,6–23,4	5,4	34,2
8 w	11–18 Jahre	90	13,8	5,4–23,8	6,0	29,4
9 m	19–30 Jahre	46	15,0	7,8–37,2	7,8	37,8
9 w	19–30 Jahre	70	10,8	6,0–42,6	6,0	49,8
10 m	31–40 Jahre	48	17,4	9,0–51,0	9,0	52,2
10 w	31–40 Jahre	62	10,8	6,6–22,8	6,0	25,8
11 m	41–50 Jahre	74	15,6	5,4–38,4	4,8	39,6
11 w	41–50 Jahre	66	11,4	6,0–36,0	6,0	44,4
12 m	51–60 Jahre	91	13,8	6,6–42,0	4,8	53,4
12 w	51–60 Jahre	49	10,8	5,4–49,2	4,8	57,0
13	61–70 Jahre	133	10,8	4,2–25,8	3,0	27,0
14	71–80 Jahre	81	10,8	4,8–25,8	4,2	27,0
15#	81–90 Jahre	30	11,4	5,4–21,0	4,8	21,0

#) 5. und 95. Perzentile

Tabelle 2. Referenzbereiche für die Aktivität der ASAT im Serum bei 37 °C (Angaben in U/l)

Gruppe	Alter	n	Median	Normalbereich (95 % Streubereich)	Minimum	Maximum
1	5 Tage	143	28,8	17,4–58,2	7,2	68,4
2	6–28 Tage	66	31,2	9,0–51,6	7,8	55,8
3	2– 6 Monate	127	27,0	12,0–51,6	3,0	57,0
4	7–12 Monate	49	30,6	7,8–49,2	7,2	49,8
5	2– 4 Jahre	207	27,6	10,2–49,2	7,8	59,4
6	5– 7 Jahre	91	25,8	7,8–38,4	3,6	39,6
7	8–10 Jahre	93	26,4	14,4–40,8	13,8	46,8
8 m	11–18 Jahre	113	27,0	13,8–43,8	9,6	50,4
8 w	11–18 Jahre	90	27,0	9,6–49,2	9,6	54,6
9 m	19–30 Jahre	46	19,2	9,6–30,6	9,6	31,2
9 w	19–30 Jahre	70	16,2	10,8–38,4	10,2	42,6
10 m	31–40 Jahre	48	21,0	9,0–42,0	9,0	43,2
10 w	31–40 Jahre	62	15,0	9,6–34,8	9,0	38,4
11 m	41–50 Jahre	74	19,2	8,4–31,8	7,2	34,2
11 w	41–50 Jahre	66	16,8	10,2–31,2	4,8	42,0
12 m	51–60 Jahre	91	18,6	6,6–40,8	6,0	43,8
12 w	51–60 Jahre	49	16,8	9,0–38,4	9,0	40,2
13	61–70 Jahre	133	18,6	10,2–33,6	9,6	40,8
14	71–80 Jahre	81	18,0	9,0–36,6	7,2	43,8
15#	81–90 Jahre	30	18,0	12,0–25,2	11,4	25,8

#) 5. und 95. Perzentile

Tabelle 3. Referenzbereiche für die Aktivität der AP im Serum bei 37 °C (Angaben in U/l)

Gruppe	Alter	n	Median	Normalbereich (95 % Streubereich)	Minimum	Maximum
1	5 Tage	134	542	234–936	206	1242
2	6–28 Tage	50	380	25–876	13	882
3	2– 6 Monate	115	461	130–774	82	1008
4	7–12 Monate	44	440	162–732	159	744
5	2– 4 Jahre	194	457	139–864	114	948
6	5– 7 Jahre	78	434	131–744	65	768
7	8–10 Jahre	93	467	144–858	110	1032
8 m	11–18 Jahre	112	453	106–876	66	1032
8 w	11–18 Jahre	89	499	158–786	83	876
9 m	19–30 Jahre	46	165	76–285	72	298
9 w	19–30 Jahre	70	132	69–349	62	337
10 m	31–40 Jahre	48	154	73–291	68	298
10 w	31–40 Jahre	62	118	78–289	68	293
11 m	41–50 Jahre	74	151	95–281	80	337
11 w	41–50 Jahre	66	132	58–317	42	332
12	51–60 Jahre	140	152	91–317	73	304
13	61–70 Jahre	133	169	95–279	82	370
14	71–80 Jahre	81	185	98–277	96	313
15#	81–90 Jahre	30	200	130–336	130	346

#) 5. und 95. Perzentile

Tabelle 4. Referenzbereiche für die Aktivität der GGT im Serum bei 37 °C (Angaben in U/l)

Gruppe	Alter	n	Median	Normalbereich (95 % Streubereich)	Minimum	Maximum
1	5 Tage	142	13,8	7,8–92,4	3,6	150,0
2	6–28 Tage	66	13,2	4,2–49,2	4,2	49,8
3	2– 6 Monate	127	13,8	4,8–93,0	3,6	164,0
4	7–12 Monate	50	13,8	7,8–46,2	7,8	46,8
5	2– 4 Jahre	206	12,6	6,6–57,6	6,0	220,0
6	5– 7 Jahre	90	12,0	6,6–25,8	3,0	29,4
7	8–10 Jahre	93	12,6	7,8–21,6	6,6	34,2

Tabelle 4. Fortsetzung

Gruppe	Alter	n	Median	Normalbereich (95 % Streubereich)	Minimum	Maximum
8 m	11-18 Jahre	113	12,0	7,2-39,0	4,2	58,8
8 w	11-18 Jahre	90	12,6	6,6-30,6	6,0	33,6
9 m	19-30 Jahre	46	22,2	9,0-104,4	9,0	113,4
9 w	19-30 Jahre	70	15,0	7,2-62,4	4,8	65,4
10 m	31-40 Jahre	48	25,8	11,4-114,6	11,4	116,4
10 w	31-40 Jahre	62	15,6	6,6-68,4	6,6	98,4
11 m	41-50 Jahre	74	34,2	12,0-132,6	8,4	129,0
11 w	41-50 Jahre	66	20,4	9,6-87,6	6,6	128,4
12 m	51-60 Jahre	140	28,8	10,8-98,4	7,8	102,0
12 w	51-60 Jahre	133	24,6	11,4-111,0	9,6	113,4
13	61-70 Jahre	31	25,8	12,6-105,6	12,0	134,4
14	71-80 Jahre	50	18,0	10,2-88,8	9,6	94,8
15#	81-90 Jahre	30	22,8	12,0-66,6	11,4	69,0

#) 5. und 95. Perzentile

Tabelle 5. Referenzbereiche für die Aktivität der Cholinesterase im Serum bei 37 °C (Angaben in KU/l)

Gruppe	Alter	n	Median	Normalbereich (95 % Streubereich)	Minimum	Maximum
1	5 Tage	125	9,9	5,3-15,7	3,3	18,4
2	6-28 Tage	52	9,8	6,1-14,8	5,9	15,5
3	2- 6 Monate	110	9,6	4,5-15,9	3,1	16,8
4	7-12 Monate	42	10,2	4,6-16,8	4,6	16,8
5	2- 4 Jahre	162	9,3	5,4-14,9	3,8	15,9
6	5- 7 Jahre	83	9,5	6,0-17,2	4,2	17,5
7	8-10 Jahre	93	8,6	5,5-15,1	3,9	16,2
8 m	11-18 Jahre	113	9,2	5,3-14,4	4,8	15,2
8 w	11-18 Jahre	90	9,1	5,6-14,3	5,0	15,2
9 m	19-30 Jahre	46	9,7	4,8-15,7	4,6	15,8
9 w	19-30 Jahre	70	7,4	3,5-15,4	3,2	16,9
10 m	31-40 Jahre	48	10,4	5,1-13,4	4,9	13,4
10 w	31-40 Jahre	62	8,4	4,8-15,8	4,6	17,7
11 m	41-50 Jahre	74	9,8	5,7-14,8	5,4	17,0
11 w	41-50 Jahre	66	8,6	3,5-14,0	2,9	17,0
12	51-60 Jahre	140	9,0	3,6-14,7	2,6	16,1
13	61-70 Jahre	133	9,2	5,1-16,1	4,8	17,8
14	71-80 Jahre	81	8,6	3,6-13,9	2,9	14,9
15#	81-90 Jahre	30	7,5	4,1-12,2	3,6	12,3

#) 5. und 95. Perzentile

Tabelle 6. Referenzbereiche für die Aktivität der Laktatdehydrogenase im Serum bei 37 °C (Angaben in U/l)

Gruppe	Alter	n	Median	Normalbereich (95 % Streubereich)	Minimum	Maximum
1	5 Tage	132	410	153-1026	62	1116
2	6-28 Tage	43	408	182-642	175	648
3	2- 6 Monate	100	397	179-636	160	1182
4	7-12 Monate	43	410	154-550	151	553
5	2- 4 Jahre	197	385	136-744	40	930
6	2- 7 Jahre	78	353	158-565	137	574
7	8-10 Jahre	93	360	92-512	67	624
8 m	11-18 Jahre	111	377	65-520	61	567
8 w	11-18 Jahre	89	382	74-618	62	816
9	19-30 Jahre	116	253	161-329	89	456
10 m	31-40 Jahre	48	268	146-342	139	346

Tabelle 6. Fortsetzung

Gruppe	Alter	n	Median	Normalbereich (95 % Streubereich)	Minimum	Maximum
10 w	31–40 Jahre	62	247	187–325	187	334
11 m	41–50 Jahre	74	240	169–353	168	415
11 w	41–50 Jahre	66	262	181–373	174	374
12	51–60 Jahre	140	274	167–389	150	469
13	61–70 Jahre	133	295	183–419	166	446
14	71–80 Jahre	80	309	184–459	169	459
15#	81–90 Jahre	30	303	225–439	219	462

#) 5. und 95. Perzentile

Tabelle 7. Referenzbereiche für die Aktivität der α -HBDH bei 37 °C im Serum (Angaben in U/l)

Gruppe	Alter	n	Median	Normalbereich (95 % Streubereich)	Minimum	Maximum
1	5 Tage	128	160	69–274	65	415
2	6–28 Tage	34	143	87–209	65	232
3	2– 6 Monate	96	153	64–217	61	240
4	7–12 Monate	24	165	77–283	76	287
5	2– 4 Jahre	183	152	57–235	16	341
6	5– 7 Jahre	75	138	76–208	55	244
7	8–10 Jahre	92	144	88–203	84	239
8 m	11–18 Jahre	112	151	80–235	73	284
8 w	11–18 Jahre	90	149	69–257	49	264
9	19–30 Jahre	116	101	63–154	33	205
10	31–40 Jahre	110	102	76–140	53	223
11 m	41–50 Jahre	74	96	70–145	67	172
11 w	41–50 Jahre	66	106	76–147	76	152
12	51–60 Jahre	140	109	66–164	56	224
13 m	61–70 Jahre	54	110	70–181	69	185
13 w	61–70 Jahre	79	120	82–207	80	210
14	71–80 Jahre	81	129	71–219	64	303
15#	81–90 Jahre	30	122	94–184	94	194

#) 5. und 95. Perzentile

Tabelle 8. Vereinfachte Referenzbereiche für die Enzymaktivitäten im Serum bei 37 °C (Angaben in U/l)

Enzym	Altersgruppen	Normalbereich (95 % Streubereich)
ALAT	5 Tage	8,4–33,6
	6 Tage–7 Jahre	7,2–33,6
	8–18 Jahre	6,6–24,0
	19–30 Jahre Männer; 51–60 Jahre Männer; 61–80 Jahre Männer & Frauen	4,8–41,4
	31–50 Jahre Männer 19–60 Jahre Frauen; 71–90 Jahre Männer & Frauen	6,6–39,6 6,0–27,0
ASAT	5 Tage–12 Monate	10,2–55,2
	2 Monate–18 Jahre	11,4–46,8
	19–30 Jahre Männer; 51–60 Jahre Männer; 61–80 Jahre Männer & Frauen	9,6–36,6
	31–50 Jahre Männer 19–30 Jahre Frauen; 51–60 Jahre Frauen	9,0–36,6 9,6–37,2
	31–50 Jahre Frauen	10,2–31,2
AP	5 Tage	234–936
	6 Tage–7 Jahre; 11–18 Jahre männlich	133–828
	8–10 Jahre	144–858
	11–18 Jahre weiblich	158–786
	19–50 Jahre Männer; 51–60 Jahre Männer & Frauen	90–298
	19–50 Jahre Frauen	71–293
	61–80 Jahre Männer & Frauen 81–90 Jahre Männer & Frauen	99–278 130–337

Tabelle 8. Fortsetzung

Enzym	Altersgruppen	Normalbereich (95 % Streubereich)
GGT	5 Tage–12 Monate	6,6–78,6
	2–18 Jahre	7,2–36,6
	19–40 Jahre Frauen	7,2–65,4
	41–50 Jahre Männer; 71–80 Jahre Frauen	12,6–127,8
	19–40 Jahre Männer; 41–50 Jahre Frauen; 71–80 Jahre Frauen; 81–90 Jahre Männer & Frauen	10,8–94,8
	51–70 Jahre Männer & Frauen	11,4–100,8
CHE	5. Tag–7. Jahr; 11.–18. Jahr männlich & weiblich	5400–15200
	8. Jahr–10. Jahr männlich & weiblich	5500–15100
	19–50 Jahre Männer	5500–14600
	19–30 Jahre Frauen; 71–90 Jahre Männer & Frauen	3600–14400
	31–70 Jahre Frauen; 51–60 Jahre Männer	4820–14600
LDH	5. Tag Knaben und Mädchen	153–1026
	6. Tag–4. Jahr Knaben und Mädchen	161–642
	5.–18. Jahr Knaben und Mädchen	83–565
	19.–40. Jahr Männer; 19.–30. Jahr Frauen; 41.–50. Jahr Frauen	173–347
	31.–40. Jahr Frauen; 41.–50. Jahr Männer	187–338
	51.–60. Jahr Männer und Frauen	167–389
	61.–70. Jahr Männer und Frauen	183–419
	71.–90. Jahr Männer und Frauen	186–460
α -HBDH	5. Tag–12. Monat Knaben und Mädchen	67–230
	2. Jahr–4. Jahr Knaben und Mädchen; 8. Jahr–18. Jahr Knaben und Mädchen	76–234
	8.–18. Jahr Knaben und Mädchen	76–208
	19.–40. Jahr Männer; 19.–50. Jahr Frauen	73–141
	41.–50. Jahr Männer	70–145
	51.–60. Jahr Männer und Frauen	66–164
	61.–70. Jahr Männer; 81.–90. Jahr Frauen und Männer	74–184
	61.–70. Jahr Männer; 71.–80. Jahr Männer und Frauen	80–207

Tabelle 9. Ergebnisse der Präzisionskontrolle von Tag zu Tag

Enzym	n	x (U/l)	s (U/l)	VK (%)
ALAT	28	84,0	1,8	2,14
ASAT	28	98,4	3,0	3,05
AP	28	343,2	25,8	7,52
GGT	28	106,8	4,8	4,49
CHE	28	6060	285	4,70
LDH	30	563	9,6	1,7
α -HBDH	30	257	4,8	2,0

len [16]. Nach der Van't-Hoff'schen Regel verdoppelt sich die Reaktionsgeschwindigkeit bei Temperaturerhöhung um 10 Grad C. Eine Umrechnung von Enzymaktivitäten mittels eines Temperaturkorrekturfaktors ist dennoch nicht zulässig, da bei Temperaturen über 35 °C bei einigen Enzymen schon Inaktivierungsvorgänge einsetzen können.

In Tabelle 10 bis 16 sind die Ergebnisse anderer Autoren zur Bestimmung von Referenzbereichen der Enzyme ALAT, ASAT, AP und GGT dargestellt. Die Ergebnisse sind nur bedingt miteinander vergleichbar, da:

- Andere Methoden und Meßtemperaturen verwendet wurden,
- unterschiedliche Altersgruppierungen vorgenommen wurden,
- die Probandenzahlen nicht angegeben wurden oder sehr niedrig lagen,
- keine Angaben zum Typ der statistischen Bearbeitung gegeben werden, insbesondere nicht der angewendete Streubereich beschrieben wurde.

Danksagung

Wir danken Frau R. Biesenbach für die technische Assistenz. Außerdem sei der Firma Beckman für die großzügige Unterstützung gedankt.

Literatur

1. Schiele F, Guilmin AM, Detienne H et al. (1977) Gamma-Glutamyltransferase activity in plasma. Statistical distribution, individual variations and reference intervals. Clin. Chem. 23, pp. 1023–1028
2. Zinzer W (1977) Gamma-Glutamyltransferase (Gamma-GT), Ärztl. Lab. 23, pp. 31–36

Tabelle 10. Literaturvergleich der Referenzbereiche für Alaninaminotransferase

Autor	Methode	Angaben zu den Altersgruppen	Anzahl der Probanden	Verteilungstyp und Streubereich	Referenzbereich
Gitter und Heilmeyer [3]	UV-Test, 25 °C	Männer	keine Angaben	keine Angaben	10–24 U/l
		Frauen			13–24 U/l
AB (D. L.) DDR 83 [7]	UV-Test, optimierte Standardmethode 37 °C	Frauen 18–44 Jahre Frauen >44 Jahre Männer 18–65 Jahre	keine Angaben	80 %-Streubereich	180–400 nkat/l 220–570 nkat/l 220–570 nkat/l
Thomas [17]	kinetischer UV-Test 25 °C	Männer Frauen	keine Angaben	keine Angaben	< 23 U/l < 19 U/l
Witt und Trendelenburg [6]	optimierte Standardmethode DGKC, 25 °C	1. Tag–4. Wo	73	log.	4,47–32,4 U/l
		2. Mo–12. Mo	53	Normalverteilung	6,23–35,7 U/l
		> 12 Mo	106		4,50–20,5 U/l
Sitzmann et al. [10]	UV-Test optimiert 25 °C	1. Tag–3. Wo	41	log.	14,9 (5,0–24,0) U/l
		3. Wo–6. Mo	47	Normalverteilung	14,9 (5,0–28,0) U/l
		6. Mo–12. Mo	41	Median	12,2 (5,0–20,0) U/l
		1.–6. Jahr	60	90 %-Streubereich	13,7 (4,0–20,0) U/l
		6.–14. Jahr	60		11,5 (4,0–20,0) U/l
Struckmeyer und Haid [11]	UV-Test optimiert DGKC 25 °C	1. Tag–3. Wo, m	keine Angabe	Median	13,3 (9,8–26,2) U/l
		1. Tag–3. Wo, w		90 %-Streubereich	10,7 (7,3–27,2) U/l
		3. Wo–1. Jahr, m			13,9 (8,4–23,9) U/l
		3. Wo–1. Jahr, w			14,5 (9,2–22,8) U/l
		1.–6. Jahr, m			10,3 (5,7–20,7) U/l
		1.–6. Jahr, w			13,1 (7,8–19,3) U/l
		6.–16. Jahr, m			11,3 (7,3–19,5) U/l
		6.–16. Jahr, w			10,8 (6,4–20,8) U/l
Armann und Reinhardt [14]	optimierte Standardmethode AB (D. L.) DDR 83, 37 °C	2.–3. Jahr	163	keine	240 (160–370) nmol/sxl
		4.–6. Jahr	93	Normalverteilung	263(180–430) nmol/sxl
		7.–10. Jahr	100	Median	250 (130–370) nmol/sxl
		11.–17. Jahr	201	80 %-Streubereich	260 (160–370) nmol/sxl
Urbach [15]	optimierte Standardmethode AB (D. L.) DDR 83 37 °C	1. Tag	100	keine	430 (210–810) nmol/sxl
		3. Tag	102	Normalverteilung	430 (230–730) nmol/sxl
		5. Tag	100	Median	430 (260–860) nmol/sxl
		7.–28. Tag	100	80 %-Streubereich	430 (240–790) nmol/sxl
		2.–6. Mo	100		370 (260–760) nmol/sxl
		7.–12. Mo	100		340 (200–500) nmol/sxl
Lorentz & Sonntag [18]	optimierte Standardmethode 37 °C	Männer	65	keine Angaben	8–49 U/l
		Frauen	65		10–32 U/l

Tabelle 11. Literaturvergleich der Referenzbereiche für Aspartataminotransferase

Autor	Methode	Angaben zu den Altersgruppen	Anzahl der Probanden	Verteilungstyp und Streubereich	Referenzbereich
Gitter und Heilmeyer [3]	UV-Test, 25 °C	keine Angaben	keine Angaben	19–29 U/L	
AB (D. L.) DDR 83 [7]	UV-Test, optimierte Standardmethode, 37 °C	Frauen 18–44 Jahre Frauen >44 Jahre Männer 18–65 Jahre	keine Angaben	80 %-Streubereich	240–440 nkat/l 270–490 nkat/l 270–490 nkat/l
Thomas [17]	kinetischer UV-Test 25 °C	Männer Frauen	keine Angaben	keine Angaben	<19 U/l <15 U/l
Graubaum et al. [4]	Photometrische Methode	Männer Frauen 20–25 J	keine Angaben	keine Angaben	217–460 nkat/l 205–432 nkat/l

Tabelle 11. Fortsetzung

Autor	Methode	Angaben zu den Altersgruppen	Anzahl der Probanden	Verteilungstyp und Streubereich	Referenzbereich
Witt und Trendelenburg [6]	optimierte Standardmethode DGKC, 25 °C	1. Tag-4. Wo	85	log.	5,91-37,9 U/l
		2. Mo-12. Mo	63	Normalverteilung	7,38-27,3 U/l
		>12. Mo	106	95 %-Streubereich	4,70-22,2 U/l
Sitzmann et al. [10]	UV-Test optimiert 25 °C	1. Tag-3. Wo	41	log.	18,2 (11,0-35,0) U/l
		3. Wo-6. Mo	51	Normalverteilung	17,6 (8,0-28,0) U/l
		6. Mo-12. Mo	40	Median	17,3 (10,0-28,0) U/l
		1.-6. Jahr	60	90 %-Streubereich	15,0 (7,0-23,0) U/l
		6.-14. Jahr	60		12,1 (6,0-20,0) U/l
Struckmeyer und Haid [11]	UV-Test optimiert DGKC 25 °C	1. Tag-3. Wo, m	keine Angabe	Median	18,4 (11,5-32,3) U/l
		1. Tag-3. Wo, w		90 %-Streubereich	19,2 (11,1-28,6) U/l
		3. Wo-1. Jahr, m		19,5 (11,5-27,4) U/l	
		3. Wo-1. Jahr, w		17,9 (10,6-22,6) U/l	
		1.-6. Jahr, m		14,8 (10,0-20,3) U/l	
		1.-6. Jahr, w		15,9 (11,9-21,4) U/l	
		6.-16. Jahr, m		13,4 (7,8-20,0) U/l	
		6.-16. Jahr, w		12,0 (8,3-17,6) U/l	
Armann und Reinhardt [14]	optimierte Standardmethode AB (D. L.) DDR 83 37 °C	2.-3. Jahr	159	keine	460 (260-630) nmol/scl
		4.-6. Jahr	93	Normalverteilung	430 (240-570) nmol/sxl
		7.-10. Jahr	101	Median	370 (210-510) nmol/sxl
		11.-17. Jahr, m	125	80 %-Streubereich	370 (260-570) nmol/sxl
		11.-17. Jahr, f	102		370 (180-480) nmol/sxl
Urbach [15]	optimierte Standardmethode AB (D. L.) DDR 83 37 °C	1. Tag	105	keine	930 (510-1550) nmol/sxl
		3. Tag	101	Normalverteilung	860 (540-1170) nmol/sxl
		5. Tag	102	Median	730 (500-1000) nmol/sxl
		7.-28. Tag	100	80 %-Streubereich	615 (420-1040) nmol/sxl
		2.-6. Mo	100		570 (260-760) nmol/sxl
Lorentz & Sonntag [18]	optimierte Standardmethode 37 °C	Männer	65	keine Angaben	<18 U/l
		Frauen	65		<15 U/l

Tabelle 12. Literaturvergleich der Referenzbereiche für Alkalische Phosphatase

Autor	Methode	Angaben zu den Altersgruppen	Anzahl der Probanden	Verteilungstyp und Streubereich	Referenzbereich
Plenert und Heine [9]	1. keine Angaben 2. AWD-Bestecke 3. Mönötest Boehringer 25 °C 4. Monotest Boehringer 37 °C	Männer	keine Angaben	keine Angaben	40-190 U/l
		Frauen			50-190 U/l
		keine Angaben			14-147 U/l
		keine Angaben			20-48 U/l
Thomas [17]	optimierte Standardmethode 25 °C	<10 Tage	keine Angaben	keine Angaben	110-450 U/l
		10-30 Tage			110-580 U/l
		1-6 Mo			140-720 U/l
		6-12 Mo			120-700 U/l
		12-18 Mo			110-650 U/l
		18-24 Mo			110-590 U/l
		2-9 Jahre			110-500 U/l
9-15 Jahre	130-700 U/l				
Thomas [17]	kinetischer Test 25 °C	Frauen bis 50 Jahre	keine Angaben	keine Angaben	70-175 U/l
		Frauen >50 Jahre			55-147 U/l
		Männer			60-170 U/l

Tabelle 12. Fortsetzung

Autor	Methode	Angaben zu den Altersgruppen	Anzahl der Probanden	Verteilungstyp und Streubereich	Referenzbereich
Witt und Trendelenburg [6]	optimierte Standardmethode	1.-10. Tag	71	log.	116-364 U/l
	DGKC	10.-30. Tag	42	Normalverteilung	135-591 U/l
	25 °C	2. Mo-12. Mo	66	95 %-Streubereich	159-683 U/l
		2-8 Jahre	91		128-593 U/l
		>8 Jahre	90		114-572 U/l
Struckmeyer und Haid [11]	optimierte Standardmethode	<1 Mo	keine Angaben	Median	300,0 (148,5-490,2) U/l
	DGKC	1 Mo-1 Jahr, m		90 %-Streubereich	335,0 (154,9-667,1) U/l
	25 °C	1 Mo-1 Jahr, w			292,0 (172,0-464,0) U/l
		1-2 Jahre, m			357,0 (190,6-555,0) U/l
		1-2 Jahre, w			269,0 (170,9-387,0) U/l
		2-9 Jahre, m			404,0 (196,4-592,2) U/l
AB (D. L.) DDR 83 [7]	Standardmethode des AB (D. L.) DDR 83 37 °C	<7 Tag	keine Angaben	keine Angaben	3,92-8,67 µmol/(s ^l)
		8. Tag-6. Mo			5,50-12,5 µmol/(s ^l)
		7. Mo-12. Jahr			5,17-11,8 µmol/(s ^l)
		13.-17. Jahre, w			3,44-10,3 µmol/(s ^l)
		13.-17. Jahre, m			4,07-12,2 µmol/(s ^l)
Lorentz & Sonntag [18]	optimierte Standardmethode	Männer	106	keine Angaben	44-155 U/l
	37 °C	Frauen	94		38-145 U/l

Tabelle 13. Literaturvergleich der Referenzbereiche für Gammaglutamyltransferase

Autor	Methode	Angaben zu den Altersgruppen	Anzahl der Probanden	Verteilungstyp und Streubereich	Referenzbereich
Gitter und Heilmeyer [3]	Monotest, Lachema 25 °C	Männer Frauen	keine Angaben	keine Angaben	6-8 U/l 4-18 U/l
AB (D. L.) DDR 83 [7]	UV-Test, optimierte Standardmethode 37 °C	Frauen Männer	keine Angaben	80 %-Streubereich	410-670 U/l 580-1000 U/l
Thomas [17]	optimierter Test 25 °C	bis 5. Lebenstag 1.-3. Jahr 4.-6. Jahr 7.-9. Jahr 10.-11. Jahr 12.-13. Jahr, F 12.-13. Jahr, M 14.-15. Jahr, F 14.-15. Jahr, M 16.-19. Jahr, F 16.-19. Jahr, M Männer Frauen	keine Angaben	keine Angaben	34-263 U/l 6-19 U/l 10-22 U/l 13-25 U/l 17-30 U/l 14-25 U/l 17-44 U/l 14-26 U/l 12-33 U/l 11-28 U/l 11-34 U/l 4-18 U/l 6-28 U/l
Zinser [2]	photometrische Methode	Männer Frauen	keine Angaben	keine Angaben	2-28 U/l 1-21 U/l
Witt und Trendelenburg [6]	Methode nach Szasz 25 °C	1. Tag-4. Wo 2.-12. Mo >12. Mo	69 44 97	log. Normalverteilung 95 %-Streubereich	13,9-163 U/l 1,95-90,8 U/l 3,10-17,3 U/l

Tabelle 13. Fortsetzung

Autor	Methode	Angaben zu den Altersgruppen	Anzahl der Probanden	Verteilungstyp und Streubereich	Referenzbereich
Sitzmann [10]	optimierter Test 25 °C	1. Tag–3. Wo 4. Wo–12. Mo Kleinkinder Schulkinder	keine Angaben	keine Angaben	33–100 U/l 6–35 U/l 5–13 U/l 6–13 U/l
Knight and Haymond [5]	Methode nach Szasz 37 °C	– 1. Mo – 2. Mo – 4. Mo – 7. Mo – 12. Mo – 2. Jahr – 5. Jahr – 10. Jahr – 15. Jahr, m – 15. Jahr, w	117 114 130 117 162 132 163 192 102 103	90 %-Streubereich	13–147 U/l 12–123 U/l 8–92 U/l 6–32 U/l 5–25 U/l 4–28 U/l 5–19 U/l 6–22 U/l 6–24 U/l 5–18 U/l
Schiele et al. [1]	Methode nach Szasz 37 °C	8.–12. Jahr, m 8.–12. Jahr, w 13.–16. Jahr, m 13.–16. Jahr, w 17.–20. Jahr, m 17.–20. Jahr, w	430 453 385 361 199 251	95 %-Streubereich	8,4–27,8 U/l 8,0–29,7 U/l 10,1–26,4 U/l 6,4–31,0 U/l 9,2–45,0 U/l 7,0–24,4 U/l
Struckmeyer und Hais [11]	keine Angaben	Neugeborene 3. Wo–4. Mo, m 3. Wo–4. Mo, w 4. Mo–1. Jahr, m 4. Mo–1. Jahr, w 1.–6. Jahr, m 1.–6. Jahr, w 6.–14. Jahr, m 6.–14. Jahr, w 14.–18. Jahr, m 14.–18. Jahr, w	keine Angabe	Median 90 %-Streubereich	42,4 (28,3–92,9) U/l 40,2 (15,9–76,9) U/l 37,0 (10,3–73,1) U/l 10,8 (3,5–14,1) U/l 10,9 (3,8–14,8) U/l 5,6 (2,4–11,3) U/l 7,6 (2,9–13,4) U/l 7,8 (2,9–18,8) U/l 7,7 (1,2–13,6) U/l 10,8 (6,7–20,4) U/l 7,4 (4,5–13,0) U/l
Armann und Reinhardt [14]	kinetischer Lachema-Test 37 °C	2.–3. Jahr 4.–6. Jahr 7.–10. Jahr 11.–17. Jahr, m 11.–17. Jahr, w	139 102 131 114 92	keine Normalverteilung Median 80 %-Streubereich	170 (100–400) nmol/sxl 170 (180–300) nmol/sxl 250 (130–270) nmol/sxl 220 (160–450) nmol/sxl 200 (70–430) nmol/sxl
Urbach [15]	kinetischer Lachema-Test 37 °C	1. Tag 3. Tag 5. Tag 7.–28. Tag 2.–6. Mo 7.–12. Mo	108 103 104 100 100 100	keine Normalverteilung Median 80 %-Streubereich	1030 (450–1910) nmol/sxl 840 (480–1420) nmol/sxl 940 (480–2000) nmol/sxl 1190 (680–2230) nmol/sxl 725 (350–1540) nmol/sxl 412 (250–940) nmol/sxl
Lorentz & Sonntag [18]	optimierte Standardmethode 37 °C	Männer Frauen	80 80	keine Angaben	9–40 U/l 9–35 U/l

Tabelle 14. Literaturvergleich der Enzymaktivitäten von Cholinesterase im Serum

Autor	Methode	Angaben zu den Altersgruppen	Angaben zur Anzahl der Probanden	Angaben zu Verteilungstyp und Streubereich	Referenzbereich
Plenert & Heine [9]	kolorimetrisch, Substrat Butyrylthiocholiniodid	Frauen Männer	keine Angaben	keine Angaben	34,2–112 μ kat/l 37,8–123 μ kat/l
Thomas [17]	kinetischer Test 25 °C 1. Substrat Butyrylthiocholiniodid	Männer & Frauen ab 40 Jahre	keine Angaben	keine Angaben	3,5–8,5 KU/l
		nichtschwängere Frauen 16–39 Jahre ohne Kontrazeptive			2,8–7,4 KU/l
		schwängere Frauen bzw. Kontrazeptiva			2,4–6,0 KU/l
	2. Substrat Acetylthiocholiniodid	Frauen Männer			1,2–3,2 KU/l 1,3–3,7 KU/l
Den Blaauwen et al. [8]	Butyrylthiocholiniodid 25 °C	1–15 Jahre	309	Median 95 %-Streubereich	5,75 (3,61–8,53) KU/l
Sitzmann [10]	Acetyl-choliniodid 20 °C	0–6 Mo 6–12 Mo 1.–6. Jahr 6.–14. Jahr	keine Angabe	keine Angabe	1580–2720 U/l 2000–3100 U/l 2170–3100 U/l 2190–3150 U/l
Lorentz & Sonntag [18]	optimierte Standardmethode 37 °C	Männer Frauen	222 156	keine Angaben	4,62–11,50 KU/l 2,93–10,80 KU/l

Tabelle 15. Literaturvergleich der Referenzbereiche der Serumaktivität der Laktatdehydrogenase

Autor	Methode	Angaben zu den Altersgruppen	Angaben zur Anzahl der Probanden	Angaben zu Verteilungstyp und Streubereich	Referenzbereich
Witt und	optimierte	1. Tag–4. Wo	56	log. Normalverteilung	200–800 U/l
Trendelenburg [6]	Standardmethode 25 °C	2. Mo–12. Mo	51		156–521 U/l
		>12. Mo	70	95 %-Streubereich	131–344 U/l
Sitzmann [10]	optimierter Test 25 °C	1.–10. Tag	keine Angaben	keine Angaben	250–900 U/l
		2.–6. Mo			170–750 U/l
		7.–12. Mo			160–420 U/l
		13.–24. Mo			150–360 U/l
		2.–3. Jahr Schulkinder			90–300 U/l 115–300 U/l
Struckmeyer und Haid [11]	UV-Test optimiert DGKC 25 °C	– 2. Wo	keine Angabe	Normalverteilung Median 90 %-Streubereich	612,5 (424,2–899,5) U/l
		3.–4. Wo			382,5 (239,2–497,3) U/l
		1.–6. Mo			316,0 (215,0–489,0) U/l
		7. Mo–1. Jahr			303,0 (206,9–384,6) U/l
		1.–2. Jahr			272,0 (153,4–357,3) U/l
		2.–4. Jahr			269,0 (157,5–325,0) U/l
		4.–12. Jahr 12.–18. Jahr			258,0 (143,5–348,6) U/l 211,0 (160,0–278,0) U/l

Tabelle 15. Fortsetzung

Autor	Methode	Angaben zu den Altersgruppen	Angaben zur Anzahl der Probanden	Angaben zu Verteilungstyp und Streubereich	Referenzbereich
Armann und Reinhardt [14]	optimierte Standardmethode	2.-3. Jahr	158	keine	2780 (2200-2750) nKat
	AB (D. L.)	4.-6. Jahr	112	Normalverteilung	2520 (1988-2990) nKat
	DDR 83	7.-10. Jahr	147	Median	2410 (1880-2750) nKat
	25 °C	11.-17. Jahr, m	130	80 %-Streubereich	2520 (1880-3490) nKat
		11.-17. Jahr, f	106		2410 (1880-3230) nKat
Urbach [15]	optimierte Standardmethode	1. Tag	104	keine	8645 (5720- 1540) nKat
	AB (D. L.)	3. Tag	101	Normalverteilung	8380 (5880-10720) nKat
	DDR 83	5. Tag	104	Median	7240 (5480- 9680) nKat
	25 °C	7.-28. Tag	100	80 %-Streubereich	5740 (4180- 7520) nKat
		2.-6. Mo	100		3760 (2920- 4820) nKat
		7.-12. Mo	100		3960 (2870- 5500) nKat
Thomas [17]	Kinetischer UV-Test, 25 °C	1-30 d	keine	keine	150-785
		1-6 Monate			160-437
		7-12 Monate			145-365
		13-24 Monate			86-315
		2-3 Jahre			106-296
		12-19 Jahre Erwachsene			90-270 120-240 U/l
Lorentz & Sonntag [18]	optimierte Standardmethode der DGKC 37 °C	Männer und Frauen	keine	keine	30 U/l
		14-21 Jahre			

Tabelle 16. Literaturvergleich der Referenzbereiche der Serumaktivität der α -HBDH

Autor	Methode	Angaben zu den Altersgruppen	Angaben zur Anzahl der Probanden	Angaben zu Verteilungstyp und Streubereich	Referenzbereich
Sitzmann [10]	optimierter Test 25 °C	Nabelschnur	keine Angabe	keine Angabe	200-450 U/l
		1.-7. Tag			180-400 U/l
		8. Tag-30. Tag			160-300 U/l
		2.-5. Mo			140-280 U/l
		7.-12. Mo			100-250 U/l
		im 2. Jahr			100-220 U/l
		im 3. Jahr			100-200 U/l
		im 4. Jahr			90-180 U/l
		im 5. Jahr			90-160 U/l
		im 6. Jahr			90-180 U/l
		12.-19. Jahr			60-173 U/l
Armann und Reinhardt [14]	optimierte Standardmethode DGKC 25 °C	2.-3. Jahr	158	keine	1980 (1580-2750) nKat
		4.-6. Jahr	112	Normalverteilung	1880 (1480-2200) nKat
		7.-10. Jahr	147	Median	1680 (1380-1980) nKat
		11.-17. Jahr, m	130	80 %-Streubereich	1780 (1380-2750) nKat
		11.-17. Jahr, f	106		1780 (1380-2300) nKat
Thomas [17]	kinetischer UV-Test 25 °C	1-30 d	keine	keine	98-515 U/l
		1-6 Monate			92-310 U/l
		7-12 Monate			89-276 U/l
		13-24 Monate			83-222 U/l
		2-3 Jahre			70-175 U/l
		12-19 Jahre Erwachsene			60-173 U/l 68-135 U/l

3. Gitter A, Heilmeyer L (Hrsg.) Taschenbuch klinischer Funktionsstörungen, VEB Gustav Fischer Verlag, Jena, 1978
4. Graubaum H-J, Wagenknecht C, Meurer W (1979) Referenzwerte für alkalische Phosphatase, GOT-Isoenzyme und Kreatinin-Prüfungen des Ernährungseinflusses. *Z. med. Lab. diagn.* 20, pp. 24–31
5. Knight J, Haymond RF (1981) Gamma-Glutamyltransferase und Alkaline Phosphatase. Activity compared in serum of normal children and with liver disease. *Clin. Chem.* 27, pp. 48–51
6. Witt J, Trendelenburg C (1982) Gemeinsame Studie zur Erstellung von Richtwerten klinisch chemischer Kenngrößen im Kindesalter. *J. Clin. Chem. Clin. Biochem.* 20, pp. 235–242
7. Arzneibuch der DDR. Diagnostische Laboratoriumsmethoden. AB (D. L.) – DDR 83, Akademie Verlag, Berlin, 1983
8. Den Blaauwen DH, Poppe WA, Tritschler W (1983) Cholinesterase mit Butyrylthiocholiniodid als Substrat Referenzwerte in Abhängigkeit von Alter und Geschlecht unter Berücksichtigung hormoneller Einflüsse und Schwangerschaft. *J. Clin. Chem. Biochem.* 21, pp. 381–386
9. Plenert W, Heine W (Hrsg.) Normalwerte, Verlag Volk und Gesundheit, Berlin, 1984, pp. 16–43
10. Sitzmann FC (Hrsg.) Normalwerte, Verlag Hans Marseille. München, 2. Auflage 1986, pp. 101–103
11. Struckmeyer H, Haid H. Richtwerte für das kinderärztliche Laboratorium. Die Medizinische Verlagsgesellschaft, Marburg, 1986, pp. 36, 41, 42
12. Egger E, Dummler W, Neymeyer H-C, Schwarze H, Scholz R (1987) Vorschlag zum Arzneibuch der DDR, Diagnostische Laboratoriumsmethoden, AB (D. L.) – DDR 89. Allgemeines. Referenzbereiche. *Zent. bl. Pharm.* 126, pp. 737–747
13. International Federation of Clinical Chemistry, Scientific Committee. Clinical Section (1987) Expert Panel of Theory of Reference Values and International Committee for Standardisation in Haematology, Standing Committee on Reference Values, Approved recommendation (1987) on the theory of reference values. Part 5. Statistical treatment of reference limits. *J. Clin. Chem. Clin. Biochem.* 25, pp. 645–656
14. Arniann O, Reinhardt M (1988) Untersuchungen zur Ermittlung der Referenzbereiche für die Serumenzyme Alaninaminotransferase, Aspartataminotransferase, Gamma-Glutamyltransferase, Laktatdehydrogenase, Laktatdehydrogenase I und Creatinkinase für Kinder vom 2. bis 17. Lebensjahr. *Med. Dissertation*, Erfurt, 1988
15. Urbach T (1990) Untersuchungen zur Ermittlung der Referenzwerte für die Serumenzyme Alaninaminotransferase (ALAT), Aspartaminotransferase (ASAT), Gamma-Glutamyltransferase (GGT), Laktatdehydrogenase (LDH), Creatinkinase (CK) und seinen hirntypischen Isoenzymen CK-B, sowie den Serumelektrolyten Na^+ , K^+ , Ca^{++} und Cl^- , im Serum von Kindern vom 1. Lebenstag bis zum vollendeten 1. Lebensjahr. *Med. Dissertation*, Erfurt, 1990
16. International Federation of Clinical Chemistry (IFCC) (1991) Approved Recommendation (1991) in the theory of reference values. *Eur. J. Clin. Chem. Biochem.* 29, pp. 531–535
17. Thomas L (Hrsg.) Labor und Diagnose. Die Medizinische Verlagsgesellschaft, Marburg, 1992, pp. 39–136
18. Lorentz K, Sonntag O (1993) Bestimmung der Enzymaktivitäten bei 37 °C – Vorläufige Referenzintervalle. *DG Klinische Chemie Mitteilungen* 24 (2), pp. 101–105