Untersuchungen über die Residualluft.

1. Mitteilung: Über die klinische Bedeutung der Bestimmung der Residualluft, sowie der Mittel- und Totalkapazität bei verschiedenen Brustkrankheiten.

Von

Takeo Kikuti.

(菊地 武夫)

(Aus der Medizinischen Klinik von Prof. Dr. T. Kumagai,
Kaiserliche Tohoku-Universität zu Sendai.)

I. Einleitung.

Die Lungenkapazität wird bekanntlich in die Komplementär-, Respirations-, Reserve- und Residualluft eingeteilt. Die drei ersteren, welche man direkt mit dem Spirometer messen kann, machen zusammen die Vitalkapazität aus, während man unter der Residualluft die Luftmenge versteht, die nach einer tiefsten Ausatmung noch in der Lunge zurückbleibt. Die Vitalkapazität plus Residualluft ergeben die Totalkapazität; die Hälfte der Respirationsluft, die Reserve- und Residualluft zusammen, machen die Mittelkapazität (die Mittellage der Atmung nach Bohr¹⁾) aus.

Die Grösse jedes Lungenvolumens stellt den Umfang der Anpassung der Lunge für die Respirationssteigerung dar, und namentlich die Verhältnisse der Vitalkapazität und Residualluft zur Totalkapazität sind von grosser Bedeutung, um die Lungenfähigkeit für den Gasaustausch zu prüfen. Wenn nämlich das Verhältnis der Vitalkapazität zur Totalkapazität gross und das der Residualluft klein ist, so liegt eine gute Austauschfähigkeit vor, wenn dagegen das Verhältnis der Vitalkapazität zur Totalkapazität klein und das der Residualluft gross ist, ist eine schlechte Austauschfähigkeit zu verzeichnen.

Die Vitalkapazität wurde zuerst schon von Hutchinson²⁾ untersucht und hat nach einer Zeit der Nichtbeachtung wieder die Aufmerksamkeit auf sich gezogen. In der letzten Zeit wird die Bestimmung der Vitalkapazität in der klinischen Praxis, insbesondere zur Diagnose und

Prognose der Lungen- und Herzkrankheiten sehr oft angewendet. Die anderen Lungenvolumina, d. h. die Residualluft sowie die Mittel- und Totalkapazität sollten eigentlich bei Brustkrankheiten ebenso wie die Vitalkapazität für wichtig gehalten werden, dessenungeachtet liegen bisher hierüber nur ziemlich wenige Beobachtungen, und namentlich praktische, selten vor, was wohl darauf zurückzuführen ist, dass es für sie keine so einfache Untersuchungsmethode wie die Spirometrie gibt. Die häufige Anwendung der Bestimmung der Vitalkapazität aber hat zur Folge gehabt, dass die Autoren allmählich ihre Aufmerksamkeit auf die praktische Untersuchung der Residualluft, sowie der Mittel- und Totalkapazität gelenkt haben.

Vor Hutchinson hat Davy³⁾ zuerst Untersuchungen über die normale Residualluft angestellt, und später haben Berenstein⁴⁾, Durig⁵⁾, Bohr, Lundsgaard u. van Slyke⁶⁾, Lundsgaard u. Schierbeck⁷⁾ usw. über ihre diesbezüglichen Ergebnisse berichtet.

Seit Bohr seine Untersuchungen über die Residualluft und Mittelkapazität bei Lungenemphysem und Bronchialasthma veröffentlicht hat, wurde die Erforschung vorwiegend nur auf diesem Gebiete betrieben. Während nämlich betreffs der Residualluft und Mittelkapazität von Patienten mit Lungenemphysem und Herzkrankheiten ausser Bohr noch von vielen Autoren, Rubow⁸⁾, Schierbeck⁹⁾, Strauch¹⁰⁾, Lundsgaard u. Schierbeck, Peters u. Baar¹¹⁾ usw., berichtet worden ist, sind über die Residualluft bei Lungentuberkulose und Pleuritis, welche den grössten Teil der Brustkrankheiten ausmachen, nur die Angaben von Siebeck, Anthony¹²⁾, Lundsgaard u. van Slyke vorhanden. Über die Residualluft bei Lungengangränen und Lungengeschwülsten aber scheint bisher keine Beobachtung vorzuliegen. Bei uns in Japan hat Dohi¹³⁾ zuerst über die Untersuchungen der Residualluft bei 6 Gesunden beider Geschlechter und 61 Beriberikranken berichtet, und ferner Oda, Takahasi¹⁴⁾ usw. über die bei 38 Patienten mit Herzkrankheiten, hohem Blutdruck und Pleuritis.

II. Bestimmungsmethode der Residualluft sowie der Mittel- und Totalkapazität.

Während sich die Vitalkapazität spirometrisch einfach bestimmen lässt, können die Residualluft sowie die Mittel- und Totalkapazität nicht so einfach gemessen werden. Zur Bestimmung der Residualluft sind seit alters her zwei Methoden gebräuchlich: die Wasserstoffverdünnungsmethode und die Alveolarstickstoffverdünnungsmethode. Die erstere ist die Davy'sche Methode durch Wasserstoffgasmischung. Danach füllt man ein bestimmtes Volumen

reines Sauerstoffgas und bestimmtes Volumen Wasserstoffgas in ein Spirometer und lässt die Versuchsperson ein paar tiefe Atmungen, welche mit einer grössten Inspiration beginnen und mit einer grössten Expiration enden, in das Spirometer tun. Dadurch mischt man die Alveolarluft mit der Spirometerluft. Nach dem Versuch bestimmt man mit dem Haldane'schen Apparat den Verdünnungsgrad des Wasserstoffes in dem Spirometer und berechnet die Residualluft. Diese Methode wird nach Davy von Bohr, Rubow, Siebeck, Anthony, Lippelt¹⁵⁾ usw. noch heute gebraucht.

Der Stickstoffverdünnungsmethode liegt die Tatsache zugrunde, dass der Prozentsatz des Stickstoffgehaltes in den Alveolen bei Menschen in einem bestimmten Zeitraum konstant ist. Danach bestimmt man zuerst nach der Haldane u. Priestley¹⁶⁾'schen Methode den Stickstoffgehalt in den Alveolen. Dann lässt man die Versuchsperson ein paar tiefe Respirationen in derselben Weise in das mit nahezu reinem Sauerstoffgas gefüllte Spirometer tun, bis der Prozentsatz des Stickstoffes in der Spirometerluft dem der Alveolarluft gleich wird. Endlich wird aus dem Verdünnungsgrad des Stickstoffes die Residualluftmenge berechnet. Diese Methode hat Durig zuerst bei Gesunden versucht. Aber der nach der Wasserstoffverdünnungsmethode gewonnene Wert der Residualluft ist in der Regel kleiner als der nach der Stickstoffverdünnungsmethode, was darauf beruht, dass das Wasserstoffgas stark osmotisch ist. Während Bohr aus eigenen Untersuchungen an gesunden Männern nach der Wasserstoffverdünnungsmethode die Durchschnittswerte der Residualluft bzw. Vitalkapazität von 985 bzw. 4920 ccm erhielt, betrugen die Residualluft und Vitalkapazität in Lundsgaard und van Slyke's Versuchen nach der Stickstoffverdünnungsmethode durchschnittlich 1687 bzw. 4483 ccm. Seit aber Sonne¹⁷⁾ auf die Schwierigkeit hingewiesen hat, dass der Stickstoffgehalt in der Spirometerluft allein durch Wiederholung tiefer Respirationen demselben in der Alveolenluft prozentual gleich gemacht werden kann, haben van Slyke u. Binger¹⁸⁾ zur Behebung dieser Schwierigkeit eine neue Methode ersonnen, nach der man durch einige Minuten lang dauerndes ruhiges Atmen nach der Wasserstoffverdünnungsmethode die Residualluft bestimmen kann. 1932 haben ferner Sendroy, Hiller und van Slyke¹⁹⁾ usw. eine neue Methode erfunden, nach welcher man durch ein 3-5 Minuten langes ruhiges Atmen nach der Stickstoffverdünnungsmethode die Residualluft und Vitalkapazität messen kann. Wir haben auch diese Methode angenommen, indem wir das Spirometer damit verbanden. Bei der Bestimmung der Residualluft nach dieser Methode muss man zuerst in der ganzen Vorrichtung reinen Sauerstoff möglichst völlig substituieren. Dann setzt sich die Versuchsperson so auf den vertikal beweglichen Stuhl, dass ihr Mund und das Mundstück des Apparates sich in gleicher Höhe befinden. Nachdem die Atmung ruhig geworden ist, dreht man am Ende einer Expiration den Hahn auf, damit die Versuchsperson mit einer Inspiration anfängt, den in dem Apparat befindlichen Sauerstoff einzusatmen, und schliesst nach 4 Minuten langer ruhiger Atmung am Ende einer Expiration den Hahn. Wenn auch Sendroy u. a. meinen, dass 3 Minuten für die Atmung hinreichend seien, liessen wir die Versuchspersonen in allen Fällen 4 Minuten lang atmen.

Für die 4 Minuten lange Atmung reichten 5 l Sauerstoff in dem Spirometer aus. Während der Atmung liessen wir die Versuchsperson zweimal die grösste Respiration machen, und die grössere davon wurde als die Vitalkapazität angesehen. Danach lassen sich die Komplementär- und Reserveluft bestimmen. Dann können wir mit Hilfe der weiter unten angegebenen Formeln die Summe der Reserve- und Residualluft berechnen. Wenn wir schliesslich von dieser Summe die auf dem Spirometer angegebene Reserveluft abziehen, so bekommen wir die Residualluft, somit lassen sich auch die Mittel- und Totalkapazität leicht berechnen.

$$V_L = \frac{V_D(b-a) + V_{S2}b - V_{S1}a}{80,3 - b}$$

V_L = Reserveluft + Residualluft

V_D = das Volumen des Apparates, wenn die Höhe des Spirometers null ist.

V_{S1} = das Volumen in dem Spirometer vor dem Versuche (bei unserem Versuche: 5 l)

V_{S2} = dasselbe nach dem Versuche

a = der Prozentsatz des Stickstoffgehaltes in dem ganzen Apparat vor dem Versuche.

b = derselbe nach dem Versuche.

80,3 = unser nach der Haldane und Priestley schen Methode gewonnener prozentualer Durchschnittswert des Stickstoffes in den Alveolen bei je 37 Personen beiderlei Geschlechts.

Wir haben bei je 37 Gesunden beider Geschlechter und über 250 Patienten mit Herzkrankheiten, Bronchialasthma, Pleuritis, Peritonitis, Tuberkulose, Lungengangrän, Lungengeschwulst usw. nach dieser Methode die Residualluft bestimmt. Auf Grund unserer Versuchsergebnisse wollen wir nun die Fragen lösen, ob die Menge der Residualluft sowie die Grösse der Mittel- und Totalkapazität bei den oben genannten Erkrankungen abgenommen haben, und in welchem Verhältnisse die Residualluft zur Mittel- und Totalkapazität steht, und zugleich über die Ergebnisse des Vergleichs mit den klinischen Befunden berichten.

III. Die Residualluft und Mittelkapazität bei gesunden Erwachsenen beiderlei Geschlechts.

Aus den Untersuchungen an je 37 17–43 jährigen Personen beiderlei Geschlechts in der Sitzstellung ergab sich, wie Tabelle I zeigt, dass die Residualluft bei Männern bzw. Frauen durchschnittlich 1463 bzw. 1008 ccm und ihr Verhältnis zur Körpergrösse durchschnittlich 9,2 bzw. 6,8 betrug. Das Verhältnis der Residualluft zur Vitalkapazität war bei Männern bzw. Frauen 37,6 bzw. 41,4%, das zur Mittelkapazität 47,4 bzw. 52,9% und das zur Totalkapazität 27,3 bzw. 29,1%. Die Mittel-

kapazität war durchschnittlich 3088 bzw. 1904 ccm und ihr Verhältnis zur Körpergrösse 19,3 bzw. 12,9.

Tabelle 1.

(1) *Residualluft, Mittel-, Total- und Vitalkapazität bei Gesunden beider Geschlechter.*

Geschlecht	Zahl d. Fälle	Residualluft			Vitalkapazität			Mittelkapazität			Totalkapazität		
		Max.	Min.	Durchschnitt	Max.	Min.	Durchschnitt	Max.	Min.	Durchschnitt	Max.	Min.	Durchschnitt
♂	37	1850	1174	1466	4503	3272	3899	3489	2711	3088	6112	4652	5365
♀	37	1469	790	1008	2998	2104	2456	2633	1573	1904	4164	3105	3464

(2) *Das Verhältnis von Residual-, Mittel- und Totalkapazität bei Gesunden zu der Körperlänge und das von Residualluft zu Vital-, Mittel- und Totalkapazität.*

Geschlecht	Zahl d. Fälle	Körperlänge (ccm)	$\frac{\text{Residualluft}}{\text{Körperlänge}}$	$\frac{\text{Vitalkapazität}}{\text{Körperlänge}}$	$\frac{\text{Mittelkapazität}}{\text{Körperlänge}}$	$\frac{\text{Totalkapazität}}{\text{Körperlänge}}$	$\frac{\text{Residualluft}}{\text{Vitalkapazität}}$	$\frac{\text{Residualluft}}{\text{Mittelkapazität}}$	$\frac{\text{Residualluft}}{\text{Totalkapazität}}$
♂	37	160	9,2	24,3	19,3	33,5	37,6	47,4	27,3
♀	37	148	6,8	16,6	12,9	23,4	41,4	52,9	29,1

IV. Die Residualluft bei Patienten mit Herzkrankheiten und chronischem Bronchialasthma.

Schon Rubow, Strauch, Siebeck, Peters u. Baar, Lunds-gaard u. Siebeck, Anthony, Herms²⁰⁾, Christie²¹⁾ u. a. haben berichtet, dass die Residualluft bei den genannten Krankheiten eine Zunahme zeigt. Wie man aus Tabelle II ersieht, ergab die Untersuchung bei 8 Herzkranken, dass die Residualluft bei allen Fällen zugenommen, die Vital- und Totalkapazität dagegen bei allen Fällen abgenom-

men hatte und dass die Mittelkapazität bei 4 Fällen nahezu normal und bei den übrigen subnormal war. Darum war die Residualluft im Verhältnis zur Totalkapazität viel grösser als bei Gesunden. Das Ergebnis der an weiteren 10 Herzkranken ausgeführten Untersuchungen fiel ähnlich aus.

Tabelle 2.

Residualluft, Mittel-, Total- und Vitalkapazität bei Herzerkrankungen.

Nr.	Name	Diagnose	Geschlecht	Alter	Körperlänge	Residualluft (ccm)	Vitalkapazität (ccm)	Mittelkapazität (ccm)	Totalkapazität (ccm)	Residualluft Körperlänge	Mittelkapazität Körperlänge	Totalkapazität Körperlänge	Klage	Puls	Oedem	Eiweiss im Harn
1	K.A.	kombinierte Herzklappenfehler	♂	48	168	2118	1472	2691	3590	12,6	16,0	21,5	Herzklappen	108	(+)	(+)
2	H.I.	Mitralinsuffizienz	„	18	160	2035	1788	2613	3823	12,7	16,3	23,8	„	98	(+)	(+)
3	I.K.	Mitralfehler	♀	29	146	1615	1515	2091	3130	11,0	14,3	21,4	„	115	(+)	(+)
4	K.W.	kombinierte Herzfehler	♂	38	155,8	1786	2104	2522	3890	12,1	16,2	25,0	„	98	(-)	(-)
5	K.S.	Aorteninsuffizienz	„	23	157	1698	2419	2680	4117	10,8	17,0	26,2	„	90	(-)	(-)
6	K.Y.	kombinierte Herzfehler	„	34	158	1735	2314	2471	4049	10,9	15,7	25,6	„	100	(-)	(+)
7	K.I.	„	„	21	160	1748	2015	2446	3063	10,9	15,2	19,1	„	100	(-)	(+)
8	S.K.	Aorteninsuffizienz	„	42	159	1576	2538	2522	4114	9,9	15,9	25,9	„	110	(-)	(+)

Bei 14 Patienten mit Bronchialasthma und chronischer Bronchitis

Tabelle 3.

Residualluft, Mittel-, Total- und Vitalkapazität bei Asthma bronchiale.

Nr.	Name	Diagnose	Geschlecht	Alter	Körperlänge	Residualluft (ccm)	Vitalkapazität (ccm)	Mittelkapazität (ccm)	Totalkapazität (ccm)	Residualluft Körperlänge	Mittelkapazität Körperlänge	Totalkapazität Körperlänge
1	K.S.	Asthma bronchiale	♂	18	158,6	2050	2610	3060	4660	12,9	19,3	29,4
2	S.N.	„	♂	62	163,1	1984	3448	3473	5412	12,2	21,2	33,3
3	S.O.	„	♂	31	146	1250	1678	1828	2928	8,6	12,5	20,1
4	K.S.	„	♂	53	158,5	1724	2755	2778	4479	10,9	17,5	28,2
5	K.O.	„	♂	27	152	2113	2683	3163	4796	13,9	20,8	31,6
6	M.K.	„	♂	17	163	1821	2998	3136	4819	11,2	19,2	29,5
7	T.S.	„	♂	20	165	2140	2726	3140	4866	12,9	19,1	29,4
8	S.S.	„	♂	37	152	1310	2026	2050	3336	8,6	14,2	22,0

haben wir mit Ausnahme eines Falles eine Vermehrung der Residualluft festgestellt. Die Vitalkapazität hatte sich bei allen Fällen vermindert, bei denen die Residualluft einen subnormalen Wert zeigte. Die Totalkapazität war bei 6 Fällen nahezu normal und bei den übrigen etwas unter dem Durchschnitt. Die Mittelkapazität war bei 8 Fällen nahezu normal und bei den übrigen vermehrt. Die Residualluft war folglich bei den meisten Fällen ebenso wie bei Herzkranken im Verhältnis zur Totalkapazität grösser als bei Gesunden. In der Tabelle III sei das Resultat bei 8 Fällen unter 14 Fällen angeführt.

V. Die Residualluft bei Patienten mit Pleuritis, Peritonitis und Lungentuberkulose.

Siebeck erhielt aus Untersuchungen an 3 Patienten mit exsudativer Pleuritis und 5 Lungentuberkulösen sehr verschiedene Resultate. Lundsgaard und van Slyke meinten, dass die Residualluft bei der Lungentuberkulose im Frühstadium zunimmt und bei der im ziemlich fortgeschrittenen Stadium meistens nahe dem normalen Wert ist. Andererseits stellte Anthony fest, dass sie bei vielen Fällen abnahm. Es ist also noch nicht klar, ob die Residualluft bei diesen Krankheiten zunimmt oder nicht. Wir haben bei 21 Patienten mit Pleuritis und 8 mit Peritonitis die Residualluft bestimmt und festgestellt, dass 11 Fälle von Peritonitis und Pleuritis mit nicht erheblichem Exsudat den normalen Wert hatten. Je erheblicher das Exsudat war, desto mehr hatte

Tabelle 4.

Residualluft, Mittel-, Total- und Vitalkapazität bei exsudativer Pleuritis und Peritonitis.

Nr.	Name	Diagnose	Geschlecht	Alter	Körperlänge	Residualluft (ccm)	Vitalkapazität (ccm)	Mittelkapazität (ccm)	Totalkapazität (ccm)	Residualluft Körperlänge	Mittelkapazität Körperlänge	Totalkapazität Körperlänge
1	T.S.	rs. exsudative Pleuritis	♂	23	169	1253	2367	2305	3620	7,4	13,6	21,4
2	H.K.	exsudative Pleuroperi- tonitis	„	23	170	950	2893	2212	3843	5,6	13,0	22,6
3	M.I.	bds. exsudative Pleuritis	♀	20	158	852	1590	1300	2442	5,3	8,2	15,4
4	T.M.	rs. exsudative Pleuritis	♂	20	153	1129	2209	1602	3338	7,3	10,4	21,8
5	H.O.	ls. exsudative Pleuritis	♀	21	158	899	1578	1425	2477	5,6	9,0	15,6

die Residualluft abgenommen, und auch die Mittel- und Totalkapazität waren ebenfalls vermindert. Da aber die Abnahme der Vitalkapazität besonders gross war, war das Verhältnis der Residualluft zur Totalkapazität, wie Tabelle IV zeigt, grösser als bei Gesunden.

Aus den Bestimmungen der Residualluft sowie der Mittel- und Totalkapazität bei 105 Lungentuberkulösen ging hervor, dass die Residualluft bei 48 Fällen normal war, bei 30 vermehrt und bei 27 vermindert war. Wenn man diese Schwankungen mit den klinischen Befunden vergleicht, so sieht man, dass die Zunahme der Residualluft meistens bei Fällen von Frühinfiltrat, insbesondere bei denen, deren Röntgenbilder den Herd nur auf einer Seite erkennen lassen, vorhanden war, was den Fällen von Lungentuberkulose im Frühstadium in den Versuchen von Lundsgaard und van Slyke entspricht. Dabei ist die Mittelkapazität halb nahezu normal, halb vermindert und die Totalkapazität meistens etwas vermindert. Eine nahezu normale Residualluft fand sich bei dem grössten Teil der Lungentuberkulösen. Auf ihren Röntgenbildern waren bald pathologische Schatten von ziemlich grossem Umfang auf einer Seite, bald produktive, cirrhotische auf beiden Seiten erkennbar. Die Mittel- und Totalkapazität waren fast bei allen Fällen vermindert.

Die 27 Personen, deren Residualluft vermindert war, litten alle an doppelseitiger exsudativer Lungentuberkulose, was auf ihren Röntgenbildern erkennbar war. Wie man aus Tabelle V ersieht, waren sie klinisch bedenklich und ihre Vitalkapazität hatte sich erheblich vermindert. Auch die Mittel- und Totalkapazität hatten folglich bei ihnen erheblich abgenommen. Da aber die Residualluft nicht so stark wie die Vitalkapazität abnahm, zeigte sie im Verhältnis zur Totalkapazität einen höheren Wert als bei Gesunden.

Besonders bemerkenswert waren solche Lungentuberkulösen, die sich einer Phrenikusexairese unterzogen hatten. Da die Abnahme ihrer Lungenvolumina ziemlich erheblich war, haben wir hier darüber berichtet.

VI. Die Residualluft bei Patienten mit Lungengangrän und Lungengeschwulst.

Über die Residualluft und Mittelkapazität der Patienten mit Lungengangrän und Lungengeschwulst, welche wir unter den Brustkrankheiten ziemlich oft sehen, liegen noch keine Angaben vor. Wie Tabelle VII zeigt, konnten wir bei 7 Fällen von Lungengangrän und 3 mit

Tabelle

Die Zunahme, Normalwert und Abnahme

	Nr.	Name	Diagnose	Geschlecht	Alter	Körperlänge	Residualluft (cem)	Vitalkapazität (cem)
Fälle der zugenommenen Residualluft	1	R.K.	rs. Lungentuberkulose	♂	34	157	1822	1893
	2	N.O.	"	"	20	163,5	1808	2682
Fälle der normalen Residualluft	1	T.T.	Nachschubsinfiltrat	"	31	160	1536	2261
	2	T.M.	Tub. pulm. dupl.	♀	20	159,7	1020	1530
Fälle der abgenommenen Residualluft	1	A.S.	Tub. pulm. dupl.	♂	39	162,8	1015	2591
	2	T.K.	"	"	18	178	1052	1683

Tabelle

Die Veränderung der Residualluft vor

Nr.	Name	Diagnose	Geschlecht	Tage d. Untersuchung	Datum d. Operation	Alter	Körperlänge	Residualluft (cem)	Vitalkapazität (cem)
1	H.O.	Tub. pulm. dupl.	♂	7/II '33	8/VII	20	164,5	1705	3075
				15/X				923	2209
2	S.S.	Tub. pulm. dext.	"	16/III	21/VI	19	174	1440	3750
				15/IX				1172	2735
3	I.K.	Frühinfiltrat	♀	6/V	6/VI	20	160	1320	2215
				18/IX				850	1157

Lungengeschwulst die Residualluft bestimmen. Unter den 7 Fällen hatte die Residualluft bei 2 zugenommen, deren Röntgenbilder aber pathologische Schatten von kleinem Umfang erkennen liessen, und 3, deren Residualluft sich vermindert hatte, zeigten pathologische Schatten von grossem Umfang. Diese Verhältnisse scheinen, nach den Rönt-

5.

der Residualluft bei Lungentuberkulösen.

Mittel- kapa- zität (ccm)	Total- kapa- zität (ccm)	Residualluft Körperlänge	Mittelkapazität Körperlänge	Totalkapazität Körperlänge	Tem- pera- tur	Sen- kung pro 1 Std (mm)	Intrakutane Tuberku- linreaktion (mm)
2453	3715	11,6	15,6	23,6	36,0	31	11
2800	4490	11,0	17,1	27,4	37,4	65	15
2393	3797	9,6	14,9	24,3	36,8	16	21
1509	2550	6,3	9,4	16,0	36,5	92	28
2139	3606	6,2	13,2	22,1	37,8	69	20
1525	2735	5,9	8,5	15,3	37,5	96	18

6.

und nach der Phrenikusexzaisese.

Mittel- kapa- zität (ccm)	Total- kapa- zität (ccm)	Residualluft Körperlänge	Mittelkapazität Körperlänge	Totalkapazität Körperlänge	Tem- pera- tur (°C)	Sen- kung pro 1 Std (mm)	Intrakutane Tuberkulin- Reaktion (mm)
2995	4781	11,5	18,2	29,1	38,1	90	10
1869	3132	5,6	11,3	19,1	36,5	27	20
3070	5190	8,2	17,6	29,8	36,8	45	18
2329	3907	6,7	13,3	23,0	36,5	30	16
2212	3535	8,2	13,8	22,0	37,5	69	38
1270	2007	5,3	7,9	13,1			

genbildern betrachtet, denselben bei Lungentuberkulose ganz ähnlich. Die Mittel- und Totalkapazität hatte sich bei allen Fällen vermindert.

Bei den Fällen mit Lungengeschwulst verhielt sich die Residualluft ganz ähnlich.

Tabelle 7.

Residualluft bei Lungenbrand und Lungengeschwulst.

Nr.	Name	Diagnose	Geschlecht	Alter	Körperlänge	Residualluft (ccm)	Vitalkapazität (ccm)	Mittelkapazität (ccm)	Totalkapazität (ccm)	Residualluft Körperlänge	Mittelkapazität Körperlänge	Totalkapazität Körperlänge	Temperatur (°C)	Senkung pro 1 Std (mm)	Menge d. Sputums (ccm)
1	T.E.	Lungenbrand	♂	35	164	1015	2209	1740	3224	6,2	10,7	20,0	38,1	130	280
2	I.T.	"	"	46	150,8	1414	1508	1940	2922	9,3	12,8	19,4	37,3	94	190
3	U.A.	Lungenge- schwulst	"	54	161	1003	1998	1686	3001	6,2	10,4	18,6	37,1	100	100
4	T.T.	"	"	67	158	1474	2051	2466	3525	9,3	15,6	22,3	35,5	105	/
5	J.K.	Lungenbrand	"	25	174,5	1546	2958	2596	4504	8,9	14,8	25,8	37,5	118	200
6	I.H.	"	"	57	168	1223	2624	2215	3847	7,3	13,3	23,0	37,5	139	250
7	M.S.	"	"	53	165	1095	1920	1870	3015	6,6	11,3	18,2	37,6	110	400
9	T.S.	"	♀	57	147	1222	1335	1587	2557	8,3	10,7	17,5	37,3	73	10

VII. Zusammenfassung.

(1) Bei Herzkranken ist die Residualluft immer vermehrt, während aber die Mittelkapazität meistens und die Totalkapazität immer eine Verminderung zeigen.

(2) Beim Bronchialasthma ist die Residualluft vermehrt, die Mittelkapazität halb nahezu normal, halb vermehrt, und die Totalkapazität bald nahezu normal, bald vermindert.

(3) Bei der exsudativen Pleuritis und Peritonitis zeigen die Residualluft sowie die Mittel- und Totalkapazität eine Abnahme.

(4) Bei der Lungentuberkulose von früher Form ist der Wert für die Residualluft vergrößert. Bei Fällen, nach deren Röntgenbildern die Lungentuberkulose mittelgradig fortgeschritten ist, ist sie nahezu normal, und zeigt eine Abnahme bei den Fällen, auf deren Röntgenbildern erkennbar ist, dass die Lungentuberkulose doppelseitig und exsudativ ist. Die Mittel- und Totalkapazität war bei allen verringert.

(5) Bei den Lungentuberkulösen, welche sich der Phrenikusexairese unterzogen haben, ist die Residualluft sowie die Mittel- und Totalkapazität nach der Operation erheblich vermindert.

(6) Bei Lungengangrän und Lungengeschwulst verhalten sich die Werte für die Residualluft sowie die Mittel- und Totalkapazität ganz ähnlich wie bei der Lungentuberkulose.

(7) Bei Brustkrankheiten kann man sich über den Störungsgrad der Atmungstätigkeit der Lungen ein klares Bild machen, indem man

ausser der Vitalkapazität auch noch die Residualluft sowie die Mittel- und Totalkapazität bestimmt.

Literatur.

- (1) Bohr, Deutsch. Arch. f. klin. Med., 1907, **88**, 385.
 - (2) Hutchinson, Lancet, 1846, 630.
 - (3) Davy, Tigerstedt's, Handbuch der physiologischen Methode, Leipzig, 1911, II., 46.
 - (4) Berenstein, Arch. f. gesamt. Physiologie, 1891, I. 363.
 - (5) Durig, Ztralbl., f. Physiol., 1903, **17**, 258.
 - (6) Lundsgaard u. van Slyke, Journ. Exp. Med., 1918, **27**, 65.
 - (7) Lundsgaard u. Schierbeek, Acta Med. Scandinav., 1923, **70**, 584.
 - (8) Rubow, Deutsch. Arch. f. klin. Med., 1908, **92**, 255.
 - (9) Siebeck, Deutsch. Arch. f. klin. Med., 1909, **97**, 219.
 - (10) Struch, Ther. d. Gegenw., 1909, **50**, 457.
 - (11) Peters u. Barr, Amer. Journ. Physiol., 1921, **54**, 335.
 - (12) Anthony, Deutsch. Arch. f. klin. Med., 1930, **67**, 129; Beitr. z. Klin. Tbk., 1933, **83**, 502.
 - (13) Dohi, Nippon Naika Gakkai Zassi, 1929, **16**, 1009.
 - (14) Oda, Takahasi u. Kasai, Nippon Naika Gakkai Zassi, 1934, **22**, 1.
 - (15) Lippelt, Beitr. Klin. Tbk., 1932, **82**, 520.
 - (16) Haldane u. Priestley, Journ. of Physiol., 1905, **32**, 225.
 - (17) Sonne, Arch. f. gesamt. Physiol., 1915, **163**, 75.
 - (18) van Slyke u. Binger, Journ. of Exp. Med., 1923, **37**, 457.
 - (19) Sendroy, Hiller u. van Slyke, J. Exp. Med. 1932, **55**, 361.
 - (20) Herms, Beitr. Klin. d. Tbk., 1931, **78**, 724.
 - (21) Christie, Journ. of Clin. Investig., 1932, **11**, 1099.
-