

function of visceral organs is uncertain. At present, greater interest attaches to its relation to automaticity, which has been discussed above. The fact that the initiation of impulses is associated with mechanical changes is interesting also in another respect. Potential changes are often considered purely as surface phenomena, but in our case the associated tonus changes show that also the interior of the cell is involved. Depolarization of the cell surface probably is the direct cause of the discharge of impulses but it must, in turn, be due to a change in metabolism. This leads to the conclusion that the chemical processes of tissues possessing automaticity fluctuate spontaneously and, under certain conditions, undergo sinusoid oscillations at a frequency characteristic for each type of tissue.

In conclusion: the smooth muscles of visceral organs are muscular units. This result is based on a study of conducted responses, on action potentials and other characteristics which are very similar to those of cardiac muscle. The peculiarities of smooth muscles are largely due to the slowness of the response and the variability of excitability. The latter is influenced by such factors as hormones, extrinsic nerve impulses, and, in the intestine, also by an intrinsic nervous system. Spontaneous contractions are initiated by a gradually developing, non-propagated activity which manifests itself in

a potential change and a rise in "tonus". The term tonus as ordinarily used does not represent any distinct contractile mechanism. Tonus is produced in smooth muscle by several physiological changes. There is no evidence that it can be caused by a contractile mechanism different from that responsible for phasic contractions.

### Résumé

Les muscles lisses des Vertébrés appartiennent à deux catégories: ceux des viscères, lesquels ont une fonction automatique, et ceux qui comme les muscles des vaisseaux sanguins sont innervés par les nerfs moteurs. Les propriétés physiologiques des muscles lisses viscéraux sont très semblables à celles du muscle cardiaque ainsi que l'a montré l'étude de la conduction, du potentiel d'action et des effets du courant électrique. Les particularités des muscles lisses viscéraux tiennent en grande partie à la lenteur de leur réaction et aux fluctuations que présente leur excitabilité. Cette dernière est influencée par des facteurs tels que des hormones, des excitations transmises par les nerfs extrinsèques et, dans le cas de l'intestin, par le système nerveux intrinsèque. Les contractions spontanées débutent par une activité locale qui augmente lentement et se manifeste par un changement du potentiel et un accroissement du «tonus». Le tonus se produit dans les muscles lisses par diverses modifications de l'état physiologique. Rien ne prouve qu'il soit provoqué par un mécanisme essentiellement différent de celui des contractions rapides.

## Brèves communications - Kurze Mitteilungen Brevi comunicazioni - Brief Reports

Les auteurs sont seuls responsables des opinions exprimées dans ces communications. - Für die kurzen Mitteilungen ist ausschließlich der Autor verantwortlich. - Per le brevi comunicazioni è responsabile solo l'autore. - The editors do not hold themselves responsible for the opinions expressed by their correspondents.

### Eine Näherungsformel für die Prämie der Invalidenversicherung

Wird das Ausscheiden der aktiven Versicherten durch die Intensität der Sterblichkeit  $\mu_{x+t}^a$  und die Intensität der Invalidierung  $v_{x+t}$  gemessen, bedeutet ferner  $\mu_{x+t}^i$  die Sterbeintensität der Invaliden und  $a_{x+t:n-t}^i$  den Barwert der laufenden Invalidenrente «1», so ist die kontinuierlich zu entrichtende Prämie für die anwartschaftliche, höchstens bis zum Alter von  $x+n$  Jahren stetig zahlbare Invalidenrente «1» gegeben durch

$$P_{x|n}^i = \frac{\int_0^n e^{-\delta t} l_{x+t}^{aa} v_{x+t} a_{x+t:n-t}^i dt}{\int_0^n e^{-\delta t} l_{x+t}^{aa} dt}, \quad (1)$$

oder was dasselbe ist, durch

$$P_{x|n}^i = \frac{\int_0^n e^{-\delta t} \int_0^t l_{x+\tau}^{aa} v_{x+\tau} \frac{l_{x+t}^i}{l_{x+\tau}^i} d\tau dt}{\int_0^n e^{-\delta t} l_{x+t}^{aa} dt} \quad (2)$$

mit

$$l_{x+t}^{aa} = l_x^{aa} e^{-\int_0^t (\mu_{x+\tau}^a + v_{x+\tau}) d\tau}$$

und

$$l_{x+t}^i = l_x^i e^{-\int_0^t \mu_{x+\tau}^i d\tau}.$$

Bei der numerischen Auswertung von (1) wird in letzter Zeit die Aktivitätsordnung  $l_{x+t}^{aa}$  meist durch die Überlebensordnung  $l_{x+t}$  ersetzt<sup>1</sup> und die Sterblichkeit der In-

<sup>1</sup> Vgl.: M. JACOB, Atti del decimo Congresso internazionale degli Attuari, t. 1, p. 304 (1934). - G. TRIER, Skand. Aktuarietidskr. 29, 143 (1946). - VEREINIGUNG SCHWEIZ. LEBENSVERSICHERUNGSGESELLSCHAFTEN, Technische Grundlagen und Bruttotarife für Gruppenversicherungen, 1948.

validen nach der Überlebensordnung angenommen. Man gebraucht also die folgende für nicht zu lange Versicherungsdauern und nicht zu hohe Schlußalter genügend genaue Ergebnisse versprechende Näherung

$$P_{x\overline{n}}^i \sim \frac{1}{l_x a_{x\overline{n}}} \int_0^n e^{-\delta t} l_{x+t} v_{x+t} a_{x+t:n-i} dt \quad (3)$$

oder, was wiederum dasselbe ist,

$$P_{x\overline{n}}^i \sim \frac{1}{l_x a_{x\overline{n}}} \int_0^n e^{-\delta t} l_{x+t} \int_0^t v_{x+\tau} d\tau dt. \quad (4)$$

Zur ziffernmäßigen Bestimmung von  $P_{x\overline{n}}^i$  aus den Grundzahlen ist (4) nach einer einfachen Umformung ebenso gut geeignet wie (3); diese Tatsache scheint bis jetzt nicht beachtet worden zu sein.

Aus der «Ordnung der Invaliden»

$$l_{x+t}^{(i)} = l_x^{(i)} e^{-\int_0^t v_{x+\tau} d\tau}$$

folgt

$$\begin{aligned} \int_0^t v_{x+\tau} d\tau &= -\ln \frac{l_{x+t}^{(i)}}{l_x^{(i)}} = -\ln i p_x^{(i)} = -\ln (1 - i q_x^{(i)}) = \\ &= i q_x^{(i)} \sum_{k=1}^{\infty} \frac{(i q_x^{(i)})^{k-1}}{k}. \end{aligned} \quad (5)$$

Weil wir ohnehin nicht zu lange Versicherungsdauern und nicht zu hohe Schlußalter voraussetzen, können wir die logarithmische Reihe in (5) durch eine geometrische annähern; wir erhalten alsdann

$$\int_0^t v_{x+\tau} d\tau \sim i q_x^{(i)} \frac{1}{1 - i q_x^{(i)}} = 2 \frac{1 - i p_x^{(i)}}{1 + i p_x^{(i)}} \quad (6)$$

und damit aus (4)

$$P_{x\overline{n}}^i \sim \frac{2}{l_x a_{x\overline{n}}} \int_0^n e^{-\delta t} l_{x+t} \frac{1 - i p_x^{(i)}}{1 + i p_x^{(i)}} dt. \quad (7)$$

Gleichung (7) ist der numerischen Integration gleich gut zugänglich wie (3), sobald einmal alle Rechenelemente gewählt sind. Formel (3) ist vorzuziehen, wenn bei festbleibender Sterblichkeit die Intensität der Invalidierung variiert werden soll, während umgekehrt (7) geeigneter ist, bei feststehender Invalidierungshäufigkeit den Einfluß einer Variation der Sterblichkeit zu erfassen.

E. ZWINGGI

Versicherungstechnische Abteilung des mathematischen Seminars der Universität Basel, den 7. April 1948.

#### Summary

Formulae for the approximate evaluation of premiums for a disability pension payable continually.

### Über die Änderung der Hydrolyse von Tetrachlorkohlenstoff durch Röntgenstrahlen bei Zugabe von Alkohol

In einer kürzlich<sup>1</sup> veröffentlichten Theorie der Wirkung ionisierender Strahlen auf einfache Systeme konnte gezeigt werden, daß die vier bekannten Arten des Ver-

laufes der sog. Dosiswirkungskurve unter relativ einfachen und wahrscheinlichen Voraussetzungen auseinander abgeleitet werden können. Die einfachsten Verhältnisse liegen vor, wenn die Menge der durch die Strahlung umgewandelten Substanz proportional der Strahlenmenge (Dosis) ansteigt. Von besonderer Bedeutung ist ferner der einfach exponentielle Verlauf der Strahlenwirkung, da er die Hauptstütze der sog. Treffertheorie der biologischen Strahlenwirkung bildet<sup>1</sup>.

Neben mehreren andern untersuchten Reaktionen zeigt auch die Strahlenhydrolyse von Tetrachlorkohlenstoff in wässriger Lösung einen der Röntgenstrahlenmenge (Dosis) in weiten Grenzen proportionalen Strahleneffekt (Bildung von Salzsäure). Dieser Wirkungsverlauf erfordert einen ganz bestimmten Reaktionsmodus, bei dem durch die Strahlung primär das Dispersionsmittel eine Veränderung («Aktivierung») erfährt, welche mit der Wahrscheinlichkeit 1 auf die darin gelöste Substanz übertragen werden muß<sup>1,2</sup>. Es handelt sich dabei demnach sicher um einen indirekten Strahleneffekt auf das dispergierte, reaktionsfähige System.

Aus einigen neuern Beobachtungen<sup>3</sup> geht hervor, daß das quantitative Ausmaß der Strahlenreaktion einfacher Systeme bei Zugabe einer weiteren, an sich nicht reagierenden Komponente sehr wesentlich beeinflußt wird, wobei offenbar Reaktionen bisher unbekannter Art stattfinden müssen. Um auch die Änderung des Reaktionsmodus zu untersuchen, haben wir den gesättigten wässrigen Lösungen von Tetrachlorkohlenstoff wechselnde Mengen Alkohol zugesetzt und diese Lösungen mit Röntgenstrahlen (50 kV, ohne Filter,  $\lambda_0 = 0,25 \text{ \AA}$ , 3300 r/min) bestrahlt und anschließend die gebildete Salzsäure (durch Messung der spez. Leitfähigkeit) bestimmt. Die Ergebnisse sind in der Abbildung wiedergegeben.

Bei den alkoholfreien Lösungen erfolgt der Anstieg der Salzsäurekonzentration proportional zu der Röntgenstrahlenmenge. Ganz anders ist der Verlauf bei den alkoholhaltigen Lösungen. Hier mußten die spez. Leitfähigkeiten entsprechend den verwendeten Alkoholkonzentrationen aus Parallelversuchen an alkoholhaltigen Salzsäurelösungen korrigiert werden. Abgesehen von einem viel geringeren Strahleneffekt erfolgt die Hydrolyse des Tetrachlorkohlenstoffs in Gegenwart von Alkohol (5%, 10%, 50%) exponentiell mit der Röntgenstrahlenmenge (Dosis). Die in der Abbildung dargestellte Kurve, welche sich den Meßpunkten aller verwendeten Alkoholkonzentrationen sehr gut anschmiegt, wurde gemäß der eingangs erwähnten Theorie berechnet nach der Funktion:

$$X = \frac{a}{b} (1 - e^{-bD}),$$

worin  $X$  die gebildete Salzsäuremenge,  $D$  die Röntgenstrahlendosis und  $a$  und  $b$  Konstanten bedeuten.

Die Analyse des exponentiellen Kurvenverlaufes ergibt bei den vorliegenden Bestrahlungsbedingungen eine Ionenausbeute von  $a = 1,07$  Moleküle Salzsäure pro Ion, einen Grenzwert der Salzsäurebildung bei Gegenwart von Alkohol beliebiger Konzentration zwischen 5% und 50% von  $\frac{a}{b} = 3,92 \cdot 10^{16}$  Moleküle Salzsäure pro  $\text{cm}^3$  und eine «Verzögerungswahrscheinlichkeit» der Reaktion  $\text{CCl}_4 \rightarrow \text{HCl}$  infolge der Gegenwart von Alkohol von

<sup>1</sup> W. MINDER und A. LIECHTI, Exper. 1, 298 (1945).

<sup>2</sup> W. MINDER, Radiol. Clin. Suppl. 15, 81 (1946).

<sup>3</sup> W. M. DALE, J. W. MEREDITH und M. C. K. TWEEDIE, Nature 151, 281 (1943). – A. MULLIS, W. MINDER und A. LIECHTI, Radiol. Clin. 15, 295 (1946). – A. G. FORSSBERG, Nature 159, 308 (1947). – E. GALLICO und B. CAMERINO, Exper. 4, 109 (1948).

<sup>1</sup> W. MINDER, Radiol. Clin. 16, 73 (1947).