

Der Tagesbedarf des Erwachsenen an Vitamin C

Von Arthur Scheunert, Potsdam-Rehbrücke.

Eingegangen am 14. September 1948

Für die Physiologie des Vitamin C und seine therapeutische Verwendung ist die Höhe des Tagesbedarfs von entscheidender Bedeutung. Obwohl häufig experimentell und theoretisch hierzu Stellung genommen worden ist, schwanken die bisher vorgeschlagenen und oft in umfangreichen Kontroversen verteidigten Zahlen in weiten Grenzen. Die Ursachen für die Unsicherheit liegen darin, daß die Folgen minimaler Vitamin-C-Mängel strittig sind und sichere Nachweismethoden deshalb fehlen. So ist es verständlich, daß man zunächst die klassische Mangelerscheinung, den Skorbut, zugrunde legte, und diejenige Dosis als den Tagesbedarf anzusehen geneigt war, welche gerade genügt, um das Auftreten von Skorbut zu verhindern. Dies ist nun aber eine verhältnismäßig geringe Menge, die mit ca. 20 mg täglich zu bemessen ist.

In Deutschland war es Rietschel, der solche geringe Zufuhren für ausreichend erachtete und sich bemüht hat, diese Anschauung nicht nur theoretisch zu unterbauen, sondern auch experimentell zu stützen^{1,2}. Viele Erfahrungen, nach denen bei Vitamin-C-armen Kostsätzen sehr lange Zeit anscheinend volle Gesundheit bestand, schienen diese Anschauung zu bekräftigen. Eine besonders wichtige Rolle spielten hierbei zwei Selbstversuche von Mitarbeitern Rietschels, in denen die eine Versuchsperson (Mensching) 100, die zweite (Schick) 160 Tage gänzlich Vitamin-C-frei lebte, und obwohl dies durch Blut- und Harnuntersuchungen dauernd bestätigt wurde, keinerlei Beeinträchtigung der Leistungs-

fähigkeit oder Gesundheit auftrat. Die Annahme eines nur geringen täglichen Vitamin-C-Bedarfs erhielt auch eine starke offizielle Stütze durch die Norm der Ernährungskommission des Völkerbundes³, welche 30 mg als Tagesbedarf, das sind 50% über der Skorbutschutzdosis, vorschlug. Ohne auf weitere Arbeiten hierzu einzugehen, ist darauf hinzuweisen, daß sogleich von verschiedenen Seiten Bedenken gegen eine so niedrige Bemessung des Tagesbedarfs erhoben worden sind. 30 mg liegen doch bedenklich nahe an der Minimaldosis, und es war deshalb verständlich, daß, um unter allen Umständen ein Heruntersinken der Zufuhr unter das Minimum zu vermeiden, eine höhere Sicherheitsspanne und dementsprechend größere Zufuhren gefordert wurden. In Deutschland war es in erster Linie Stepp⁴, der gemeinsam mit Kühnau und Schröder die Zufuhr von 50 mg als Tagesbedarf vertrat und gegenüber Rietschel begründete. Die Einwände, welche von Stepp, Kühnau und Schröder in der letzten Auflage ihres gemeinsamen Werkes erschöpfend dargelegt worden sind, stützen sich vor allem auf die im Laufe der Zeit immer deutlicher gewordene Beteiligung des Vitamin C an den verschiedensten Vorgängen im Organismus.

Seine unentbehrliche Rolle bei zahlreichen Stoffwechselforgängen läßt aber auch erkennen, daß die Beurteilung der Vitamin-C-Versorgung unter dem Gesichtspunkt der Skorbutbereitschaft keineswegs der physiologischen Bedeutung dieses Vitamins gerecht wird. Man erkannte, daß eine sehr breite Zone suboptimaler Vitamin-C-Versorgung besteht, in der der Ablauf der Lebensvorgänge bereits gestört ist, ohne daß Skorbutsymptome auftreten, aus deren Fehlen also keineswegs auf eine ausreichende Vitamin-C-Zufuhr geschlossen werden darf. Sehr instruktiv sind in diesem Zusammenhang die Befunde von Hagtvet⁵ an einer subpolaren Bevölkerung (69° n. Br.), die bei einer durchschnittlichen Vitamin-C-Zufuhr von 5, 10, 15 mg in der täglichen Kost zahlreiche Symptome ungenügender Vitamin-C-Zufuhr aufwies. Unter diesen Ernährungsverhältnissen waren Anzeichen von herabgesetzter Vitalität und Resistenzschwäche allgemein, auffallend häufig wurden hypochrome Anämien mit Nagelveränderungen (Plummer-Vinsonsches Syndrom), und als sichere Folge chronische Gingivitis, marginale Osteitis sowie Tendenz zu spontanen Blutungen beobachtet. Skorbut in manifester Form trat meist erst auf, wenn noch zusätzlich bedarfssteigernde Faktoren (Schwangerschaft, Infektionskrankheiten u. a.) wirksam waren. Diese Beobachtungen entsprechen vielen Erfahrungen, z. B. auch denen von K. H. Wagner⁶ über eine durch Vitamin-C-Mangel komplizierte Grippe-Epidemie auf den Färöer-Inseln.

Das Fehlen von Skorbuterscheinungen darf also nicht darüber hinwegtäuschen, daß dennoch gefährliche Mängel an Vitamin C bestehen und dementsprechend Schäden, insbesondere auch Herabsetzung der Widerstandskraft, eintreten können. Auch die langdauernden Ernährungsversuche von Mensching und Schick beweisen nicht das Gegenteil. Crandon⁷ von der chirurgischen Klinik der Harvard Universität lebte 182 Tage lang Vitamin-C-frei, aber erst am 161. Tag zeigten sich Hautblutungen, zufällig also einen Tag später als Schick in Rietschels Klinik seinen Selbstversuch abgebrochen hatte. Auch die Beobachtung von Kalk und Brühl⁸ an einem Patienten, der bei höchst Vitamin-C-armer Kost lange Zeit gesund geblieben war, dann aber bei Eintritt einer kalorischen Mangelernährung plötzlich an Skorbut erkrankte, kann nicht als Beweis für ein geringes Vitamin-C-Bedürfnis angesehen werden, worauf an anderer Stelle hingewiesen wurde⁹.

Man darf sich also durch die angeführten Beispiele extrem niedriger Zufuhren nicht täuschen lassen. Die Zone der Hypovitaminose C ist weit, und es ist nicht zu bezweifeln, daß auch Zufuhrgrößen, wie sie bei der gegenwärtigen deutschen Ernährung üblich sind, in dieser Richtung Gefahrenquellen in sich bergen. Wachholder¹⁰ hat in neuester Zeit recht eindringlich hierzu Stellung genommen und gezeigt, daß manche gegenwärtig weitverbreiteten Erscheinungen, die meist auf unzureichende Zufuhr von Eiweiß und von Kalorien zurückgeführt werden, ebensogut auch auf Vitamin-C-Mangel beruhen können, da auch beim Fehlen dieses Vitamins Vitalität und Leistungsfähigkeit sinken. Wir treten diesen Ausführungen bei und zweifeln nicht, daß auch die weitverbreitete Schwächung der Widerstandsfähigkeit gegen Infektionskrankheiten, die zur Zeit besteht, oft mit solcher ungenügenden Vitamin-C-Zufuhr (abgesehen von anderen Ursachen) zusammenhängt.

Wenn somit die These, daß schon Tageszufuhren von 20—30 mg Vitamin C eine voll ausreichende Bedarfsdeckung erzielen, abgelehnt werden muß, so bleibt doch die wirklich benötigte optimale Zufuhr vollkommen offen. Auch die von den meisten Autoren vertretene Zahl von 50 mg kann nicht als endgültig anerkannt werden, da mangels objektiver Zeichen einer Vitamin-C-Hypovitaminose stets der Einwand erhoben werden kann, daß der allgemeine Gesundheitszustand vielleicht doch noch besser wäre, falls eine höhere Zufuhr bestehen würde.

Es dürfte möglich sein, eine tiefere Erkenntnis der Zusammenhänge durch Versuche zu gewinnen, bei denen zur gewöhnlichen Kost noch besondere Vitamin-C-Zulagen gewährt worden sind. Zu solchen Versuchen hat zunächst Widenbauer¹¹ darauf hingewiesen, daß eine zusätzliche Vitamin-C-Gabe bei ausreichender

natürlicher Versorgung keine sichtbaren Ergebnisse erwarten lassen könne, und dies scheint auch wenigstens bei Gaben geringerer Mengen der Fall zu sein, wie zunächst die während des Krieges durchgeführten Vitamin-C-Prophylaxen bei Säuglingen, werdenden und stillenden Müttern, Schulkindern, Bergarbeitern und anderen Berufen zeigten¹². Auch die schon weiter zurückliegenden Versuche von Doxiades und Mitarb.¹³ an Schulkindern von Berlin-Lichtenberg mit Gaben von 50 mg und die Beobachtungen von Hopfengärtner¹⁴ an über 700 Säuglingen mit Vitamin-C-Zulagen verschiedener Herkunft waren ohne sichtbare Ergebnisse verlaufen. Die Kinderärztin M. Peters¹⁵ hat dagegen die Überlegenheit einer mit Vitamin-C-Zulagen versehenen Versuchsgruppe 2- bis 3-jähriger Kinder gelegentlich einer Grippeepidemie gefolgert. Weiter hat Lemmel¹⁶ von Versuchen an Schulkindern berichtet, daß Gaben von 100 mg Vitamin C deutliche Erfolge durch Besserung des allgemeinen Zustandes und der geistigen Leistungen hervorgerufen hätten. Dies deutet also darauf hin, daß vielleicht doch höhere Gaben verwendet werden müssen, um positive Ergebnisse zu erzielen. Versuche in dieser Richtung sind aber nur sehr wenige angestellt worden. Glazebrook und Thomson¹⁷ haben an 335 Jünglingen eines großen Internats, die eine erhebliche Unterbilanz an Vitamin C aufwiesen, während mehrerer Monate täglich 200 mg, zuletzt aber nur 50 mg Vitamin C verabreicht. Der Erfolg war zwar nicht bedeutend, aber immerhin war eine günstige Beeinflussung verschiedener Erkältungskrankheiten bei den Versuchspersonen zu beobachten, und es fehlten in der Versuchsgruppe rheumatische Erkrankungen und Pneumonien, die unter den Vergleichspersonen mehrfach auftraten. Vor allem hat aber eine holländische Arbeit von Oskam¹⁸ an einem allerdings kleinen Versuchsmaterial von 392 in 4 Gruppen geteilten Personen einige bemerkenswerte Ergebnisse erzielt. Es wurde der Einfluß von Gaben von 90 mg Vitamin C allein, 90 mg Vitamin C und 90 mg Chinin und in einer dritten Gruppe 90 mg Chinin allein geprüft, und dabei das Auftreten von Erkältungskrankheiten bei der Belegschaft einer Konfektionsfabrik verglichen. Es ergab sich dabei, daß 90 mg Vitamin C und 90 mg Chinin eine Minderung der Anfälligkeit gegen Infektionskrankheiten herbeigeführt hatten, aber auch schon 90 mg Vitamin C allein pro Person und Tag ausgesprochen günstig gewirkt haben.

Diese spärlichen Befunde scheinen doch darauf hinzuweisen, daß Erhöhungen der täglichen Zufuhr über 50 mg hinaus eine Verbesserung des allgemeinen Gesundheitszustandes herbeizuführen vermögen, und es ist nun sehr interessant, daß die Bedarfszahlen, welche neuerdings von der maßgebenden amerikanischen Stelle angegeben werden, weit über 50 mg liegen. Diese Normen, welche von

dem Food and Nutrition Board der USA, zuletzt 1945 aufgestellt worden sind, schreiben als Tageszufuhr für erwachsene Männer 75 mg, für Frauen 70 mg, für Schwangere im 5.—9. Monat 100 mg, für Stillende 150 mg vor, und bemessen für das Jugendalter, von 30 mg für Kinder unter einem Jahr ausgehend, den Tagesbedarf steigend bis 100 mg für Knaben von 16—20 Jahren. Es muß hervorgehoben werden, daß Beweise für die Notwendigkeit dieser hohen Zufuhren bisher nicht beigebracht werden konnten. Sie sind ermittelt auf Grund sorgfältiger Überlegungen und Erörterungen der vorliegenden wissenschaftlichen Untersuchungen, wobei die Arbeiten von O'Hara und Hauck¹⁹, Todhunter und Robbins²⁰, Fincke und Landquist²¹ und bezüglich des Bedarfs der Kinder von Roberts und Roberts²², Hathaway und Meyer²³ sowie Sellig und King²⁴ verwendet worden sind.

Diese neuen Standardzahlen, die nur für gesunde Personen gelten sollen, wenden sich also bewußt einer nach bisherigen Begriffen sehr reichlichen Vitamin-C-Versorgung zu. Dazu ist darauf hinzuweisen, daß es schon immer Autoren gegeben hat, welche den Zustand der Vitamin-Sättigung als den anzustrebenden Idealzustand bezeichnet haben, z. B. Ralli und Mitarb.²⁵. Besonders ist in dieser Richtung v. Wendt²⁶ zu nennen, der mehrfach für sehr hohe Dosen eingetreten ist. Diese Anschauung entspricht aber auch den Ergebnissen der Tierversuche, an denen Zilva²⁷, vor allem aber v. Szent-Györgyi²⁸ beteiligt waren. Der letztere zeigte bekanntlich, daß ein versuchsmäßig gehaltenes Meerschweinchen mit Tagesgaben von 1,5—2 mg Vitamin C bei bester Gesundheit über lange Zeiträume im Laboratorium gehalten werden kann. Wenn man aber solche Tiere Infektionsgefahren aussetzte, so erwiesen sie sich als nicht widerstandsfähig, gewannen aber bei Erhöhung der täglichen Vitamin-C-Zufuhr auf 20—40 mg eine erhebliche Widerstandskraft, und dies ist gerade diejenige Menge an Vitamin C, die ein solches Tier bei naturgemäßer Ernährung in freier Wildbahn täglich aufzunehmen pflegt. Es würde also dieser Zustand der Sättigung (nach Zilva enthalten bei solcher Zufuhr alle Gewebe ein Maximum an Vitamin C) der erstrebenswerte optimale Zustand sein.

Da bisher experimentelle Beweise für die Notwendigkeit so hoher Zufuhren, wie sie die amerikanischen Normen fordern, fehlen, soll im folgenden über einen Versuch berichtet werden, der durchaus im Sinne eines hohen Bedarfs zu deuten ist und Beweise dafür erbringt, daß eine sogar noch über der amerikanischen Norm liegende Zufuhr eine Verbesserung der Widerstandsfähigkeit gegen Infekte bedingt, also zu einer allgemeinen Verbesserung des Gesundheitszustandes führt.

Die Untersuchungen * wurden in einem Leipziger Großbetrieb modernster Art durchgeführt, dessen Belegschaft auf Hallen verteilt arbeitete, so daß sich die einzelnen Versuchsgruppen unter praktisch gleichen Bedingungen befanden. Die Gruppen konnten allerdings nicht gleich groß sein, sie umfaßten 240 bis 380, in einem Falle ca. 450 Personen. Der Versuch dauerte 8 Monate, vom 1. November 1942 bis 30. Juni 1943. Während dieser Zeit blieb die Belegschaft unverändert. Die Zeit umfaßt die für die Vitaminzufuhr ungünstigsten Monate. Die Versuchspersonen verpflegten sich selbst, nahmen aber während der Dauer der Schichten an der Werksverpflegung teil. Sie stellten also bezüglich Ernährung und Tätigkeit einen Durchschnittstyp dar. Festgestellt wurde die Zahl der in jeder Gruppe durch vorkommende Erkrankungsfälle versäumten Tage. Diese wurden vorkommendenfalls auf der für jedes Belegschaftsmitglied geführten Karteikarte täglich vermerkt und vom Statistischen Büro des Werkes registriert.

Die möglichen Erkrankungen wurden in Krankheitsgruppen eingeteilt, welche in erster Linie die verschiedenen Erkältungskrankheiten und weiter solche umfaßten, bei denen Vitaminmängel eine Rolle hätten spielen können. Es erschien von vornherein unvermeidlich, daß in diese Gruppen auch solche Krankheiten fallen würden, die nichts mit Ernährungs- und Vitaminfragen zu tun hatten. Diese Irrtumsmöglichkeit wurde durch weitgehende Aufteilung der Krankheiten auszuschalten versucht. Insgesamt wurden 20 Krankheitsgruppen gebildet. Sie betrafen:

- | | |
|-------------------------------------|------------------------|
| 1. Grippe | 11. Sinnesorgane |
| 2. Magen und Darm | 12. Lunge |
| 3. Hals, Rachen und Mandeln | 13. Haut |
| 4. Rheumat. Erkältungskrankheiten | 14. Leber und Galle |
| 5. Allgem. Erkältungskrankheiten | 15. Niere und Blase |
| 6. Herz, Kreislauf, Gefäße, Blut | 16. Drüsen |
| 7. Allgemeine Schwäche | 17. Geschlechtsapparat |
| 8. Verschiedene Erkrankungen | 18. Unfälle |
| 9. Muskeln, Sehnen, Knochen, Gewebe | 19. Blutvergiftung |
| 10. Nerven | 20. Schwangerschaft |

Die Diagnosen, die Krankheitsbetreuung und die Entscheidung über die Gesundheitsreibung lag in der Hand des Betriebsarztes.

* Die Untersuchungen wurden im Rahmen der ehemaligen Reichsanstalt für Vitaminforschung und Vitaminprüfung (Leipzig) ausgeführt und die Ergebnisse der Deutschen Akademie der Naturforscher in Halle a. S. und der Sächsischen Akademie der Wissenschaften (Math.-Naturwiss. Klasse) im Dezember 1944 vom Verf. vorgelegt. Gleichzeitig wurde das Manuskript mit dem Titel „Großversuch mit prophylaktischen Gaben von Vitamin C und B₁“ von A. Scheunert und K.-H. Wagner zur Veröffentlichung in den Nova Acta Leopoldina eingereicht. Die Veröffentlichung wird sogleich nach Wiedererscheinen der Nova Acta erfolgen.

Die einzelnen Gruppen erhielten Zulagen von synthetischer Ascorbinsäure in Form von Dragées, welche jeweils in 10—14tägigen Abständen den Werkmeistern bzw. Vorarbeitern, welche die betreffende Gruppe beaufsichtigten, übergeben und von diesen täglich an die Belegschaft ausgegeben und sogleich genossen wurden. Es bestand also größte Sicherheit, daß die Versuchspersonen auch tatsächlich die zuge dachte Vitaminzulage erhielten. Die Haltbarkeit des Vitamin C in den Dragées war vollkommen. Die Dragées waren von der Firma F. M e r c k, Darmstadt, hergestellt und durch verschiedene Färbung gekennzeichnet worden, welche nur uns selbst in ihrer Bedeutung bekannt war. Die technische Durchführung der Versuche war also, nachdem sie einmal in Gang gebracht worden waren, der Beeinflussung durch uns selbst — die Versuchsansteller — weitgehend entzogen. Auch die ungeheure Arbeit der Aufstellung der statistischen Daten erfolgte ganz unabhängig von uns durch das Statistische Büro des Werkes nach dem Hollerith-Verfahren. Den Großteil der Durchführungsarbeiten hat damit das Werk selbst ausgeführt. Es ist somit alles getan worden, um ganz objektive Befunde zu erhalten.

Die ersten 4 Gruppen dienten zur Prüfung verschieden hoher Vitamin-C-Gaben. Es wurden als Tageszulage 20, 50, 100 und 300 mg gewählt, die hohen Gaben deshalb, weil von ihnen noch am ehesten ein Effekt erwartet werden konnte, während die Zulagen von 50 mg nach den Angaben der Literatur oft keine Erfolge gebracht hatten. Die niedrigste Dosis von 20 mg wurde mehr als Kontrolldosis angesehen.

In den Gruppen 5—7 sollte die Chinin-Vitamin-C-Wirkung weiter geklärt werden. O s k a m hatte mit 90 mg Chinin und der gleichen Menge Vitamin C positive Erfolge erzielt. Zur Verwendung bei Großaktionen kommt eine derartige Dosierung nicht in Frage, schon gar nicht in Deutschland, wo Chinin Mangelware ist. Wenn also überhaupt der Chinin-Verabreichung eine Bedeutung zukommen sollte, so konnte dies nur dann sein, wenn schon geringe Mengen Chinin mit geringen Mengen Vitamin C wirksam waren. Es wurde infolgedessen eine unterschwellige Chinin-Dosis von 20 mg zugrunde gelegt und

- in Gruppe 5: 20 mg Chinin allein
- in Gruppe 6: 20 mg Chinin und 20 mg Vitamin C
- in Gruppe 7: 20 mg Chinin und 50 mg Vitamin C

verabreicht. Diese Gruppen sollten im Hinblick auf die bei alleiniger Verabreichung sicher wirkungslose Chinin-Dosis in gewissem Maße die entsprechenden Gruppen mit alleiniger Vitamin-C-Verabreichung kontrollieren.

In den Gruppen 8 und 9 wurde die Wirkung der gemeinsamen Gaben von Vitamin C und Vitamin B₁ geprüft, und zwar erhielt

Gruppe 8: 50 mg Vitamin C und 500 γ Vitamin B₁

Gruppe 9: als Kontrolle hierzu die gleichen Mengen sowie 1000 IE Vitamin A.

Das Vitamin A erwies sich aber bei der laufenden Nachprüfung in den Dragées als nicht haltbar und war nach kurzer Zeit nicht mehr nachweisbar. Gruppe 8 und 9 kontrollierten sich also gegenseitig.

Gruppe 14 lief als Leergruppe; in ihr befand sich das Büropersonal des Werkes. Da die Büroräume naturgemäß einen viel günstigeren, gesundheitlich weniger gefährdeten Aufenthalt bildeten als die Werkstätten, waren in dieser Gruppe die Erkrankungs-möglichkeiten geringer als in den anderen Gruppen. Dies war Absicht, um Vortäuschung positiver Ergebnisse durch eine ungünstige Kontrollgruppe von vornherein zu vermeiden. Allerdings kann hier eingewendet werden, daß der Aufenthalt in den Büroräumen eine größere gegenseitige Ansteckungsgefahr mit sich bringt als dies in den Werkstätten der Fall ist. Die Gruppen 10—13 dienten anderen Fragen.

Aus dem großen Zahlenmaterial sollen nunmehr die wichtigsten Ergebnisse dargelegt werden, wobei zunächst ein Überblick über die Einflüsse gegeben werden soll, welche durch die verschiedenen Zulagen auf die Zahl der Krankheitsfälle insgesamt ausgeübt worden sind.

In der folgenden Tabelle ist zu diesem Zweck die Zahl der Erkrankungen berechnet worden, welche während der ganzen Versuchsdauer von 8 Monaten auf 100 Personen jeder Gruppe entfallen.

Man sieht, daß in der Kontrollgruppe 78 % Erkrankungenfälle vorkamen. In den Vitamin-C-Gruppen waren bei 20 und 50 mg Zulage sogar noch weit mehr Erkrankungen erfolgt. Diese Zulagen sind also ohne Erfolg geblieben. *Eine deutliche und starke Senkung der Erkrankungsziffern war aber in den Gruppen mit höheren Vitamin-C-Gaben von 100 mg und 300 mg zu verzeichnen, wobei mit der 100-mg-Gabe offenbar bereits das Optimum der Wirkung erreicht war.*

Sehr klar sind auch die Zahlen der Chinin-Gruppen. Weder 20 mg Chinin allein noch kombiniert mit 20 bzw. 50 mg Vitamin C hatten irgendeinen Effekt erzielt. Von 20 mg Chinin allein war ein solcher von vornherein nicht erwartet worden, zumal schon O s - k a m mit der weit höheren Gabe von 90 mg nur einen geringen Erfolg, der sich auf Erkältungskrankheiten bezog, erzielte. Aber

Gruppe	Anzahl der Versuchspersonen	Zugabe	Zahl der Erkrankungen in 8 Monaten = 242 Tagen auf 100 Versuchspersonen berechnet
1	325	20 mg Vitamin C	97,2
2	241	50 mg Vitamin C	141,9
3	241	100 mg Vitamin C	32,0
4	259	300 mg Vitamin C	33,6
14	304	Kontrollgruppe leer	78,0
5	243	20 mg Chinin	99,6
6	447	20 mg Chinin	
		20 mg Vitamin C	110,5
7	240	20 mg Chinin	
		50 mg Vitamin C	99,2
8	326	50 mg Vitamin C	
		500 γ Vitamin B ₁	53,4
9	339	50 mg Vitamin C	
		500 γ Vitamin B ₁	62,0

auch die kombinierte Verabreichung von Chinin mit 20 und 50 mg Vitamin C führte in unserem Versuch zu keinerlei Erfolg. Es wird hierdurch das Ergebnis der Gruppen 1 und 2 bestätigt und damit erhärtet.

Für die Gesamtbeurteilung der bisherigen Versuche ist es bedeutungsvoll, daß die Erkrankungsziffer der Leergruppe 14, deren Versuchspersonen sich unter besonders günstigen Arbeitsbedingungen befanden, durch die negativen Ergebnisse der Gruppen 1, 2, 5, 6, 7 eine starke Stütze und Bestätigung erfahren, und daß sich auch Gruppe 1 und 6 mit 20 mg Vitamin C sowie 2 und 7 mit 50 mg Vitamin C gegenseitig stützen und kontrollieren. Um so eindeutiger wird aber durch diese negativen Gruppen das positive Ergebnis der Gruppen 3 und 4 hervorgehoben.

Die beiden letzten Gruppen 8 und 9 kontrollieren sich gegenseitig. Es wurden 50 mg Vitamin C und 500 γ Vitamin B₁ verabreicht. Auch hier besteht eine Herabsetzung der Krankheitsfälle, wenn sie auch nicht so erheblich wie bei den hohen Vitamin-C-Gruppen ist. Da 50 mg Vitamin C allein wirkungslos waren, führen wir das Ergebnis dieser Gruppen auf eine Vitamin-B₁-Wirkung zurück. Leider fehlt eine Gruppe mit alleiniger B₁-Zugabe.

Ohne auf die Errechnung des mittleren Fehlers einzugehen, kann gesagt werden, daß die in den Gruppen 3 und 4 gefundenen Herabsetzungen außerhalb der statistischen Fehler liegen, also beweisend für die Vitamin-C-Wirkung sind. Systematische Fehler möchten wir für das in günstigem Sinne niedrig liegende Ergebnis

der Kontrollgruppe (Büropersonal) und für die hohe Zahl der Gruppe 2 verantwortlich machen. Vermutlich dürfte die unbeeinflusste Erkrankungsziffer bei 100 gelegen haben.

Es ist nunmehr eine Aufteilung der Gesamt-Erkrankungsziffer auf die einzelnen Krankheitsgruppen erfolgt; die gefundenen Zahlen wurden in der folgenden Tabelle vereinigt, wobei aber nur die wichtigsten und zahlenmäßig stärksten Krankheitsgruppen aufgeführt wurden. Es wurde weiter hierbei der prozentuale monatliche Durchschnitt zur Darstellung gebracht.

Gruppe	Zugabe	Prozentualer Monatsdurchschnitt der erkrankten Personen						
		Erkältungs-krankheit.	Magen-Darm	Kreislauf	Nerven	Harn-apparat	Leber und Galle	Lunge
1	20 mg Vit. C	7,3	3,08	0,21	0,86	0,09	—	0,15
2	50 mg Vit. C	7,2	6,9	1,12	1,1	0,08	0,26	0,6
3	100 mg Vit. C	1,95	0,87	0,29	0,14	0,08	0,26	0,29
4	300 mg Vit. C	1,93	1,2	0,23	0,4	0,14	—	0,07
5	20 mg Chinin	6,9	7,0	1,1	1,02	0,16	0,12	0,7
6	20 mg Chinin	5,3	5,2	0,6	0,8	0,6	0,8	0,33
7	20 mg Vit. C	5,2	3,8	1,25	0,5	0,6	0,4	0,3
	20 mg Chinin	5,2	3,8	1,25	0,5	0,6	0,4	0,3
	50 mg Vit. C	5,2	3,8	1,25	0,5	0,6	0,4	0,3
8	50 mg Vit. C	2,3	2,41	0,55	0,03	0,18	0,06	0,07
	500 γ Vit. B ₁	2,3	2,41	0,55	0,03	0,18	0,06	0,07
9	50 mg Vit. C	2,56	3,1	0,35	0,7	0,2	0,14	0,35
	500 γ Vit. B ₁	2,56	3,1	0,35	0,7	0,2	0,14	0,35
14	leer	4,4	3,1	0,4	0,5	0,16	0,2	0,44

An erster Stelle sind die Erkältungskrankheiten aufgeführt, worunter die Erkrankungen der oberen Luftwege, Anginafälle, Grippe und rheumatische Erkrankungen zusammengefaßt wurden.

Die Zahlen bieten das gleiche Bild wie die Zusammenstellung der Gesamterkrankungen in der vorhergehenden Tabelle. Die Leergruppe steht mit 4,4 % an der untersten Stelle der Gruppen, welche keine Wirkung erkennen lassen. Wieder haben die hohen Vitamin-C-Gaben eine sehr erhebliche, die Vitamin-B₁-Gaben eine geringere, aber auch hier doch recht deutliche positive Wirkung erzielt. Alle anderen Zulagen hatten versagt.

Die Magen-Darmerkrankungen wurden ebenfalls durch die hohen Vitamingaben deutlich herabgesetzt. Die niedrigen Gaben von 20, bzw. 50 mg Vitamin C blieben ebenso wie die Chinin-Gruppen ohne Wirkung. Auch die kombinierte Verabreichung von Vitamin C und Vitamin B₁ scheint ohne Einfluß gewesen zu sein.

Auch bei den folgenden Krankheitsgruppen findet man noch bei den hohen Vitamin-C-Gaben hin und wieder eine Herabsetzung,

doch sind alle diese Gruppen statistisch nicht mehr verwertbar, weil die Anzahl der Erkrankungsfälle zu gering ist und schon 2 oder 3 Fälle mehr oder weniger die Prozentzahlen stark beeinflussen, so daß sie nicht mehr als beweiskräftig gelten können.

Faßt man das Ergebnis zusammen, so wird man zu dem Schluß kommen, daß die tägliche Verabreichung von hohen Gaben Vitamin C, nämlich 100 und 300 mg, die Gesamt-Erkrankungsziffer herabgesetzt haben, und daß sich dies eindeutig auch bezüglich der Erkältungskrankheiten und der Erkrankungen des Magen-Darmkanals nachweisen läßt. Bemerkenswert erscheint hierbei, daß der positive Erfolg nur mit einer nach den früheren Anschauungen über den Vitamin-C-Bedarf recht hohen Menge, nämlich 100 mg und mehr, erzielt worden ist, während die Verabreichung von 20 und 50 mg ohne Erfolg blieb. Dabei muß noch daran gedacht werden, daß die Versuchspersonen, welche sich mit ihren Familien selbst verpflegten, bereits mit der täglichen Kost eine gewisse Vitamin-C-Menge aufgenommen haben. Diese läßt sich nicht genau beurteilen, kann aber, da sie vermutlich ausschließlich von der aufgenommenen Kartoffelmenge abhängig ist, geschätzt werden und dürfte vom November bis Juni schwankend ca. 30—15 mg täglich betragen haben. Diese Vitamin-C-Zufuhr hat bei der Leerguppe genügt, um offensichtliche Mangelerscheinungen auszuschließen und einen anscheinend «normalen» Zustand aufrechtzuerhalten. Die niedrigen Zulagen von 20 und 50 mg, welche die tägliche Zufuhr auf 35—50, bzw. 65—80 mg erhöht haben dürften, haben keine Verbesserung herbeizuführen vermocht. Hieraus darf man aber nicht schließen, daß sie ohne Nutzen gewesen seien. Die in diesem Versuch erfaßte Widerstandsfähigkeit gegen Erkrankungen betrifft nur einen Ausschnitt aus den vom Vitamin C beeinflussten Lebensfunktionen, und man kann deshalb nicht überblicken, wie sich die Gruppen bei Heranziehung anderer Kriterien verhalten hätten.

Die Vitamin-C-Versorgung der Kontrollgruppe 14 und der Gruppen mit geringen Zulagen (1, 2, 6, 7) stellt aber keineswegs ein Optimum dar. Dies wird erst nach den mitgeteilten Versuchsergebnissen bei einer Zulage von 100 mg Vitamin C erreicht.

Das spricht aber dafür, daß der optimale Tagesbedarf die Skorbutdosis um ein Vielfaches übersteigt und wesentlich höher liegt als man bisher angenommen hat, und daß die hohen Zahlen der «Recommended Dietary Allowances 1945» nicht nur berechtigt, sondern noch zu niedrig sind.

Wie hoch ist nun nach allem der Tagesbedarf des Menschen? Die Antwort lautet: Es gibt überhaupt keinen für alle Fälle gültigen Tagesbedarf, es gibt nur eine optimale Versorgung, die sehr

hoch ist. Alle geringeren Zufuhrgrößen liegen mehr oder weniger im suboptimalen Bereich, in dem Mangelfolgen möglich sind.

Will man optimale Ernährungsverhältnisse sichern, so muß man hohe Vitamin-C-Zufuhren fordern, die zwischen 100 und 150 mg liegen, also für den normalen Erwachsenen durchschnittlich 125 mg betragen sollten. Erst diese Zufuhren werden alle naheliegenden Mängel verhüten.

Zusammenfassung

Aus den für die Bemessung des Tagesbedarfs gesunder Erwachsener an Vitamin C vorliegenden Tatsachen wird gefolgert, daß zwar alles für viel höhere Bedarfswerte als die bisher vertretenen spricht, daß aber keine sicheren Beweise dafür erbracht werden können. Somit erscheint eine Tagesmenge von 75 mg, wie sie vom Food and Nutrition Board 1945 festgesetzt wurde, durchaus berechtigt. Es wird nun an einem 8 Monate währenden Versuch an 10 Gruppen von je 240—450 in einem Industriewerk arbeitenden Personen gezeigt, daß Zulagen von täglich 100 bzw. 300 mg Vitamin C in Form von synthetischer Ascorbinsäure eine Herabsetzung der prozentualen Erkrankungsziffern von durchschnittlich 100 (auf die gesamte Versuchszeit von 244 Tagen berechnet) auf 32 bzw. 33,6 bewirkt haben. Zugaben von 20 oder 50 mg Vitamin C hatten hingegen keinen Einfluß. Gleichzeitige Gaben von 500 γ Vitamin B₁ zu diesen niedrigen Zulagen bewirkten ebenfalls eine deutliche, aber geringere Herabsetzung der Erkrankungsziffern. Da das Optimum der Wirkung bereits bei der Zulage von 100 mg erreicht wird und in der frei gewählten Kost der Versuchspersonen noch 15—30 mg Vitamin C enthalten waren, wird der Schluß gezogen, daß zur Sicherung optimaler Versorgungsverhältnisse hohe Vitamin-C-Zufuhren, die 125 mg täglich betragen sollten, gefordert werden müssen.

SUMMARY

Adult requirements for vitamin C. By A. Scheunert.

Available data suggest the need for larger daily intakes of vitamin C than usually advocated, but it is impossible to specify exact quantities. The Food and Nutrition Board's recommendations (1945) appear justifiable. In an eight months experiment involving 10 groups each of 240 to 450 industrial workers, daily intakes of 100 or 300 mg pure ascorbic acid caused a reduction of respectively 68 and 66.4% in morbidity over the whole 244 days of the experiment. Smaller vitamin C supplements had no effect, but intakes of 500 μ g vitamin B₁, as supplement to these smaller allowances, caused a small but distinct fall in morbidity. It is concluded that a high daily intake of vitamin C, namely 125 mg, is desirable for optimal nutritional conditions.

CONCLUSION

Le besoin journalier de vitamine C de l'adulte. Par A. Scheunert.

Il est difficile de déterminer le besoin journalier de vitamine C de l'adulte normal. Les 75 mg. qu'indique le Food and Nutrition Board en 1945 semblent

justifiés. L'auteur étudie le besoin de vitamine C de 10 groupes d'ouvriers d'usine de 240 à 450 individus observés pendant 8 mois. Des rations journalières de 100 à 300 mg. d'acide ascorbique synthétique firent diminuer la morbidité du personnel de 100 % à 33,6 % tandis que des rations de 20 ou 50 mg. n'avaient aucun effet. Il était cependant possible dans ces cas-ci d'obtenir une certaine baisse de la morbidité par adjonction de 500 γ de vitamine B₁. La nourriture habituelle des sujets étudiés contenant 15 à 30 mg. de vitamine C, l'auteur conclut que la dose optimale à ajouter journalièrement est de 100 mg. d'acide ascorbique.

LITERATUR

1. Rietschel H. & I. Mensching, *Klin. Wschr.* 1939, 273. — 2. Rietschel H. & H. Schick, *Klin. Wschr.* 1939, 1285. — 3. League of Nations Health Organ, *Bulletin* 7, 460—502. Ref. in *Nutrition Abs. a. Rev.* 1939, 8, 716. — 4. Stepp W., I. Kühnau & H. Schroeder, *Die Vitamine und ihre klinische Anwendung*, 4. Aufl. 1944, Fred. Enke, Stuttgart. — 5. Hagvet J. B., *C-Hypovitaminose*, Helsingfors 1940. — 6. Wagner K.-H., *Dsch. med. Wschr.* 1941, 1231. — 7. Crandon A., Lund & Gill, *New England J. Med.* 1940, 223, 353. — 8. Kalk H. & W. Brühl, *Dsch. med. Wschr.* 1942, 209. — 9. Scheunert A., *Dsch. med. Wschr.* 1942, 801. — 10. Wachholder K., *Klin. Wschr.* 1947, 806. — 11. Widenbauer E., *D. off. Gesundheits. Dienst* 1941, 8, 320. — 12. Ertel H., *Ernährung* 1941, 6, 241; 1942, 7, 326. — 13. Doxiades L., U. Krätschel & B. Reinke, *Arch. Kinderheilk.* 1942, 127, 41. — 14. Hopfengärtner K., *Mtschr. Kinderheilk.* 1943, 92, 330. — 15. Peters M., *Z. Kinderheilk.* 1940, 61, 179. — 16. Lemmel G., *Z. klin. Med.* 1939, 136, 715; *Münchener Med. Wschr.* 1940, 799. — 17. Glazebrook A. J. & Thomson, *J. Hyg.* 1942, 42, 1. — 18. Oskam J., *Diss.* Amsterdam 1942. — 19. O'Hara P. H. & R. M. Hauck, *J. Nutrit.* 1936, 12, 413. — 20. Todhunter E. R. & R. C. Robbins, *J. Nutrit.* 1940, 19, 263. — 21. Fincke M. L. & V. Landquist, *J. Nutrit.* 1942, 23, 483. — 22. Roberts V. M. & L. J. Roberts, *J. Nutrit.* 1942, 24, 25. — 23. Hathaway McL. & F. L. Meyer, *J. Nutrit.* 1941, 21, 503. — 24. Sellig T. & C. G. King, *J. Nutrit.* 1936, 11, 599. — 25. Ralli P. u. Mitarbeiter, *J. Clin. Invest.* 1939, 18, 705. — 26. Wendt G. v., *Münchener med. Wschr.* 1942, 251; *Wien. klin. Wschr.* 1942, 295, 755. — 27. Zilva S., *Biochem. J.* 1936, 30, 1419. — 28. Szent-Györgyi A. v., *Presse méd.* 1938, 51, 995.

Internationale Zeitschrift für Vitaminforschung
International Review of Vitamin-Research
Revue internationale de Vitaminologie

EDITORES

I. Abelin-Bern	A. Frank-Mannheim	G. Mouriquand-Lyon
A. L. Bacharach-London	E. Freudenberg-Basel	A. Palladin-Charkov
Ch. Best-Toronto	G. Frontali-Padova	T. Reichstein-Basel
H. Dam-Kopenhagen	C. Funk-New York u. Rueil	E. Rominger-Kiel
V. Demole-Lausanne	Malmaison bei Paris	P. Rondoni-Mailand
P. Di Mattei-Roma	H. Guggisberg-Bern	A. Scheunert-Leipzig
J. C. Drummond-London	P. Györgyi-Cleveland	W. H. Schopfer-Bern
C. A. Elvehjem-Madison	L. J. Harris-Cambridge	W. Stepp-München
H. v. Euler-Stockholm	E. W. McHenry-Toronto	A. V. Szent-Györgyi-Sze.
H.M. Evans-Berkeley (Clif.)	A. Hottinger-Basel	F. Verzár-Basel
E. Feer-Zürich	P. C. B. Jansen-Amsterdam	P. Vogt-Möller-Kopenha
A. Fleisch-Lausanne,	P. Karrer-Zürich	R. R. Williams-New Yo.
	E. V. McCollum-Baltimore	

REDACTORES

CONTINENT: E. GLANZMANN, T. GORDONOFF
GREAT BRITAIN: FR. BICKNELL
USA.: TOM D. SPIES

BAND XX VOLUME

VERLAG HANS HUBER · BERN

DISTRIBUTORS FOR USA.: GRUNE & STRATTON, INC., NEW YORK, N.

PRINTED IN SWITZERLAND