



International Commission on Illumination
Commission Internationale de l'Eclairage
Internationale Beleuchtungskommission

ISBN 978-3-902842-31-2

TECHNICAL REPORT

**Maintaining Summer Levels of
25(OH)D during Winter by Minimal
Exposure to Sunbeds:
Requirements and Weighing the
Advantages and Disadvantages**

CIE 219:2016

UDC: 612.014.481-06

Descriptor: Optical radiation effects on humans

THE INTERNATIONAL COMMISSION ON ILLUMINATION

The International Commission on Illumination (CIE) is an organization devoted to international co-operation and exchange of information among its member countries on all matters relating to the art and science of lighting. Its membership consists of the National Committees in about 40 countries.

The objectives of the CIE are:

1. To provide an international forum for the discussion of all matters relating to the science, technology and art in the fields of light and lighting and for the interchange of information in these fields between countries.
2. To develop basic standards and procedures of metrology in the fields of light and lighting.
3. To provide guidance in the application of principles and procedures in the development of international and national standards in the fields of light and lighting.
4. To prepare and publish standards, reports and other publications concerned with all matters relating to the science, technology and art in the fields of light and lighting.
5. To maintain liaison and technical interaction with other international organizations concerned with matters related to the science, technology, standardization and art in the fields of light and lighting.

The work of the CIE is carried out by Technical Committees, organized in seven Divisions. This work covers subjects ranging from fundamental matters to all types of lighting applications. The standards and technical reports developed by these international Divisions of the CIE are accepted throughout the world.

A plenary session is held every four years at which the work of the Divisions and Technical Committees is reported and reviewed, and plans are made for the future. The CIE is recognized as the authority on all aspects of light and lighting. As such it occupies an important position among international organizations.

LA COMMISSION INTERNATIONALE DE L'ECLAIRAGE

La Commission Internationale de l'Eclairage (CIE) est une organisation qui se donne pour but la coopération internationale et l'échange d'informations entre les Pays membres sur toutes les questions relatives à l'art et à la science de l'éclairage. Elle est composée de Comités Nationaux représentant environ 40 pays.

Les objectifs de la CIE sont :

1. De constituer un centre d'étude international pour toute matière relevant de la science, de la technologie et de l'art de la lumière et de l'éclairage et pour l'échange entre pays d'informations dans ces domaines.
2. D'élaborer des normes et des méthodes de base pour la métrologie dans les domaines de la lumière et de l'éclairage.
3. De donner des directives pour l'application des principes et des méthodes d'élaboration de normes internationales et nationales dans les domaines de la lumière et de l'éclairage.
4. De préparer et publier des normes, rapports et autres textes, concernant toutes matières relatives à la science, la technologie et l'art dans les domaines de la lumière et de l'éclairage.
5. De maintenir une liaison et une collaboration technique avec les autres organisations internationales concernées par des sujets relatifs à la science, la technologie, la normalisation et l'art dans les domaines de la lumière et de l'éclairage.

Les travaux de la CIE sont effectués par Comités Techniques, organisés en sept Divisions. Les sujets d'études s'étendent des questions fondamentales, à tous les types d'applications de l'éclairage. Les normes et les rapports techniques élaborés par ces Divisions Internationales de la CIE sont reconnus dans le monde entier.

Tous les quatre ans, une Session plénière passe en revue le travail des Divisions et des Comités Techniques, en fait rapport et établit les projets de travaux pour l'avenir. La CIE est reconnue comme la plus haute autorité en ce qui concerne tous les aspects de la lumière et de l'éclairage. Elle occupe comme telle une position importante parmi les organisations internationales.

DIE INTERNATIONALE BELEUCHTUNGSKOMMISSION

Die Internationale Beleuchtungskommission (CIE) ist eine Organisation, die sich der internationalen Zusammenarbeit und dem Austausch von Informationen zwischen ihren Mitgliedsländern bezüglich der Kunst und Wissenschaft der Lichttechnik widmet. Die Mitgliedschaft besteht aus den Nationalen Komitees in rund 40 Ländern.

Die Ziele der CIE sind:

1. Ein internationales Forum für Diskussionen aller Fragen auf dem Gebiet der Wissenschaft, Technik und Kunst der Lichttechnik und für den Informationsaustausch auf diesen Gebieten zwischen den einzelnen Ländern zu sein.
2. Grundnormen und Verfahren der Messtechnik auf dem Gebiet der Lichttechnik zu entwickeln.
3. Richtlinien für die Anwendung von Prinzipien und Vorgängen in der Entwicklung internationaler und nationaler Normen auf dem Gebiet der Lichttechnik zu erstellen.
4. Normen, Berichte und andere Publikationen zu erstellen und zu veröffentlichen, die alle Fragen auf dem Gebiet der Wissenschaft, Technik und Kunst der Lichttechnik betreffen.
5. Liaison und technische Zusammenarbeit mit anderen internationalen Organisationen zu unterhalten, die mit Fragen der Wissenschaft, Technik, Normung und Kunst auf dem Gebiet der Lichttechnik zu tun haben.

Die Arbeit der CIE wird durch Technische Komitees geleistet, die in sieben Divisionen organisiert sind. Diese Arbeit betrifft Gebiete mit grundlegendem Inhalt bis zu allen Arten der Lichtanwendung. Die Normen und Technischen Berichte, die von diesen international zusammengesetzten Divisionen ausgearbeitet werden, sind auf der ganzen Welt anerkannt.

Alle vier Jahre findet eine Session statt, in der die Arbeiten der Divisionen berichtet und überprüft werden, sowie neue Pläne für die Zukunft ausgearbeitet werden. Die CIE wird als höchste Autorität für alle Aspekte des Lichtes und der Beleuchtung angesehen. Auf diese Weise unterhält sie eine bedeutende Stellung unter den internationalen Organisationen.

Published by the

COMMISSION INTERNATIONALE DE L'ECLAIRAGE
CIE Central Bureau
Babenbergerstrasse 9, A-1010 Vienna, AUSTRIA
Tel: +43(1)714 31 87
e-mail: ciecb@cie.co.at
www.cie.co.at



ISBN 978-3-902842-31-2

International Commission on Illumination
Commission Internationale de l'Eclairage
Internationale Beleuchtungskommission

TECHNICAL REPORT

**Maintaining Summer Levels of
25(OH)D during Winter by Minimal
Exposure to Sunbeds:
Requirements and Weighing the
Advantages and Disadvantages**

CIE 219:2016

UDC: 612.014.481-06

Descriptor: Optical radiation effects on humans

This Technical Report has been prepared by CIE Technical Committee 6-66 of Division 6 "Photobiology and Photochemistry" and has been approved by the Board of Administration as well as by Division 6 of the Commission Internationale de l'Eclairage. The document reports on current knowledge and experience within the specific field of light and lighting described, and is intended to be used by the CIE membership and other interested parties. It should be noted, however, that the status of this document is advisory and not mandatory.

Ce rapport technique a été élaboré par le Comité Technique CIE 6-66 de la Division 6 "Photobiologie et Photochimie" et a été approuvé par le Bureau et Division 6 de la Commission Internationale de l'Eclairage. Le document expose les connaissances et l'expérience actuelles dans le domaine particulier de la lumière et de l'éclairage décrit ici. Il est destiné à être utilisé par les membres de la CIE et par tous les intéressés. Il faut cependant noter que ce document est indicatif et non obligatoire.

Dieser Technische Bericht ist vom Technischen Komitee CIE 6-66 der Division 6 "Photobiologie und Photochemie" ausgearbeitet und vom Vorstand sowie Division 6 der Commission Internationale de l'Eclairage gebilligt worden. Das Dokument berichtet über den derzeitigen Stand des Wissens und Erfahrung in dem behandelten Gebiet von Licht und Beleuchtung; es ist zur Verwendung durch CIE-Mitglieder und durch andere Interessierte bestimmt. Es sollte jedoch beachtet werden, dass das Dokument eine Empfehlung und keine Vorschrift ist.

Any mention of organizations or products does not imply endorsement by the CIE. Whilst every care has been taken in the compilation of any lists, up to the time of going to press, these may not be comprehensive.

Toute mention d'organisme ou de produit n'implique pas une préférence de la CIE. Malgré le soin apporté à la compilation de tous les documents jusqu'à la mise sous presse, ce travail ne saurait être exhaustif.

Die Erwähnung von Organisationen oder Erzeugnissen bedeutet keine Billigung durch die CIE. Obgleich große Sorgfalt bei der Erstellung von Verzeichnissen bis zum Zeitpunkt der Drucklegung angewendet wurde, besteht die Möglichkeit, dass diese nicht vollständig sind.

The following members of TC 6-66 "Maintaining summer levels of 25(OH)D during winter by minimal exposure to artificial UV sources: requirements and weighing the (dis)advantages" took part in the preparation of this Technical Report. The committee comes under Division 6 "Photobiology and Photochemistry".

Authors:

Webb, A. (Chair)	United Kingdom
Berwick, M.	USA
Blumthaler, M.	Austria
Brand, A. (Secretary)	Netherlands
de Gruijl, F.	Netherlands
Knuschke, P.	Germany
Mason, R.	Australia
Pilz, S.	Austria

Advisors:

Kimlin, M.	Australia
Reichrath, J.	Germany

CONTENTS

Summary	V
Résumé	V
Zusammenfassung.....	VI
1 Introduction	1
2 Balancing sunlight, diet, supplements and sunbeds	1
3 Benefits and risks of exposure to UV radiation.....	2
4 Potential for vitamin D synthesis in sunlight.....	4
5 Substituting for natural sunlight	5
6 Sunbed sources of artificial UV radiation	5
7 International and regional standards and national regulations.....	5
8 Publicly available sunbeds.....	7
9 Target levels of circulating 25(OH)D	11
10 Maintaining target levels.....	12
11 Empirical evidence and illustrative calculations	13
12 Conclusion from illustrative calculations	16
13 Other aspects of sunbed use	16
14 Conclusions.....	17
Annex A A brief overview of the vitamin D route from precursor in the skin to active metabolite in the circulation	18
References	19

MAINTAINING SUMMER LEVELS OF 25(OH)D DURING WINTER BY MINIMAL EXPOSURE TO SUNBEDS: REQUIREMENTS AND WEIGHING THE ADVANTAGES AND DISADVANTAGES

Summary

Vitamin D is widely accepted as necessary for the regulation of calcium homeostasis and thus a healthy skeleton. Strictly a pro-hormone, it is unique amongst vitamins in having a second source pathway that is independent of oral intake: a major source of the vitamin is through synthesis in the skin. For those living at middle to high latitudes there is a period of the year when it is impractical to synthesize any appreciable vitamin D in the skin through exposure to solar UV radiation. To prevent a decline in vitamin D status an alternative source of the vitamin may be required at these times. This may be through diet (most usually low in vitamin D), supplementation, or an alternative source of UV radiation: the sun (by travelling to lower latitudes) or an artificial source. It has been shown, by reference to published work and calculations presented here, that it is possible to raise / maintain vitamin D levels using artificial UV radiation as emitted by commercial sunbeds. However, current sunbeds available on the high street are not designed or optimized for this purpose, and provide a significantly higher UV-A burden than sunlight for the same vitamin D potential. Unless and until publicly available sunbeds are fully characterized for their ability to initiate previtamin D synthesis they cannot be recommended as a safe and effective method of maintaining vitamin D status because the appropriate exposure (e.g. duration and frequency of use for this purpose) cannot be assessed. Sources designed specifically for the purpose, with a lower UV-A burden and clear application guidelines, would be more appropriate facilities for those who choose to gain vitamin D through artificial UV exposure, rather than by other means.

MAINTENANCE DES NIVEAUX DE 25(OH)D DE L'ETE DURANT L'HIVER PAR UNE EXPOSITION MINIMALE A DES APPAREILS DE BRONZAGE: BESOINS ET EVALUATION DU RATIO BENEFICES/RISQUES

Résumé

Un large consensus est réuni autour du rôle nécessaire de la vitamine D pour réguler le niveau de calcium et, par conséquent, un état osseux satisfaisant du squelette. Strictement une pro-hormone, elle est unique parmi les vitamines à avoir une deuxième source d'origine indépendante de la voie orale : une source importante de vitamine est réalisée grâce à sa synthèse dans la peau. Pour les individus vivant aux latitudes moyennes ou élevées, il existe une période de l'année pour laquelle il est impossible de synthétiser une quantité significative de vitamine D dans la peau par l'exposition aux radiations UV solaires. Pour prévenir une dépression du statut de la vitamine D, une source alternative de vitamine peut être nécessaire à ces moments. Ceci peut être réalisé par une supplémentation nutritionnelle (habituellement faible en vitamine D) ou par une autre source de rayonnement UV : le soleil (voyages aux faibles latitudes) ou une source artificielle. Il a été montré, en référence à des travaux publiés et des calculs présentés dans le document, qu'il est possible de relever/maintenir les niveaux de vitamine D par exposition au rayonnement UV artificiel tel qu'il est émis par des appareils de bronzage du commerce. Cependant ces appareils de bronzage, facilement accessibles dans la vie courante, ne sont ni conçus ni optimisés dans ce but, et émettent des quantités d'UVA plus élevées que le rayonnement solaire pour le même potentiel de production de vitamine D. Quoiqu'il en soit, et jusqu'à ce que des appareils de bronzage soient disponibles et parfaitement caractérisés pour leur capacité à initier la synthèse de pré-vitamine D, ceux-ci pourraient être recommandés comme une méthode efficace et sûre pour maintenir le niveau de la vitamine D car les expositions nécessaires (durée et fréquence d'utilisation dans ce but) ne peuvent être évaluées. Les sources spécifiquement fabriquées dans ce but, avec une quantité réduite d'UVA et les guides d'utilisation clairs, offriraient des facilités appropriées pour ceux qui choisissent d'augmenter la vitamine D par les expositions aux UV artificiels plutôt que par d'autres moyens.

AUFRECHTERHALTUNG DER SOMMERWERTE VON 25(OH)D WÄHREND DES WINTERS DURCH GERINGFÜGIGE BESTRAHLUNG AUF SONNENBÄNKEN: VORAUSSETZUNGEN UND BEWERTUNG DER VOR- UND NACHTEILE

Zusammenfassung

Vitamin D ist für den Kalzium-Haushalt und damit für die Gesundheit der Knochen notwendig. Es ist eigentlich ein Pro-Hormon und kann neben der oralen Einnahme als einziges Vitamin auch zu einem wesentlichen Teil in der Haut durch UV-Bestrahlung synthetisiert werden. In mittleren und höheren geographischen Breiten ist dies allerdings durch die geringe Intensität der Sonneneinstrahlung während der Wintermonate praktisch nicht möglich. Um ein Absinken des Vitamin-D-Status zu vermeiden, ist während dieser Zeit eine alternative Möglichkeit der Vitamin-D-Versorgung wünschenswert. Dies kann durch Lebensmittel erfolgen (die allerdings meist nur sehr wenig Vitamin D enthalten), durch Einnahme von Vitamin-D-Präparaten, oder durch zusätzliche UV-Bestrahlung, entweder von der Sonne durch Reisen in äquatornähere Breiten oder von künstlichen Quellen.

Aus der Literatur und durch die hier gezeigten Berechnungen ist bekannt, dass durch Bestrahlung in Solarien der Vitamin-D-Status konstant gehalten bzw. erhöht werden kann. Allerdings wurden die derzeit üblichen Solarien nicht für diese Anwendung entwickelt bzw. optimiert und sie verursachen im Vergleich zur Sonnenstrahlung bei gleicher Vitamin-D-Wirkung eine wesentlich höhere UV-A-Belastung. Solange öffentliche Solarien bezüglich ihrer Wirkung zur Vitamin-D-Synthetisierung nicht vollständig charakterisiert sind, können sie nicht als sichere und wirksame Methode zur Erhaltung des Vitamin-D-Status empfohlen werden, da die notwendige Bestrahlungsdosis (etwa bezüglich Bestrahlungsdauer oder Häufigkeit) nicht beurteilt werden kann. Wenn der Vitamin-D-Status im Winter durch Bestrahlung mit künstlichen UV-Quellen und nicht durch andere Maßnahmen erhalten werden soll, dann könnten UV-Bestrahlungslampen, die speziell für die Anwendung zur Vitamin-D-Synthetisierung bei geringer UV-A-Belastung entwickelt werden, bei präzisen Anwendungsrichtlinien eine geeignete Möglichkeit darstellen.

1 Introduction

Vitamin D is widely accepted as necessary for the regulation of calcium homeostasis and thus a healthy skeleton. Other potential health effects of vitamin D are discussed in Clause 3. The active metabolite of the vitamin is 1,25-dihydroxyvitamin D ($1,25(\text{OH})_2\text{D}$), formed after hydroxylations of vitamin D in first the liver and then the kidney, though both these hydroxylations also occur in other tissues. Production of $1,25(\text{OH})_2\text{D}$ by the kidney is tightly controlled and it is the intermediate 25-hydroxyvitamin D ($25(\text{OH})\text{D}$) that is observed to rise and fall with supply of the vitamin, and its concentration in the blood is used as a measure of vitamin D status.

Vitamin D (strictly a pro-hormone) is unique amongst vitamins in having a second source pathway that is independent of oral intake. A major source of the vitamin is through synthesis in the skin. This is initiated when the precursor 7-dehydrocholesterol (7DHC) is transformed into previtamin D_3 (pre- D_3) by the action of ultraviolet radiation (naturally occurring in sunlight). The photochemistry of vitamin D_3 is complex as several other isomers of pre- D_3 are also formed in sunlight, influencing the eventual formation, via a slow heat isomerization, of vitamin D_3 . For those unfamiliar with the processes that lead from UV radiation falling on the skin to the active $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$, a more detailed description is provided in Annex A.

For those living at middle to high latitudes there is a period of the year (the length increases with latitude) when it is impractical to synthesize any appreciable vitamin D_3 in the skin through exposure to solar UV radiation. The primary reason is that the solar elevation is so low that there is very little radiation of the appropriate wavelengths (essentially UV-B radiation) in sunlight reaching these positions on the Earth's surface. In addition, day length decreases in winter so there is less time available for sun exposure, and the temperature is often not conducive to exposing significant areas of skin to sunlight. During this period, dubbed the "vitamin D winter", circulating levels of $25(\text{OH})\text{D}$ are observed to decrease. If the vitamin D winter is prolonged, and/or the summer end levels of circulating $25(\text{OH})\text{D}$ are themselves low, then vitamin D status is likely to fall to undesirable levels before the next summer. See Clause 9 for discussion of target vitamin D status. To prevent this drop in circulating $25(\text{OH})\text{D}$ either UV exposure must be increased (the possibilities of using artificial sources are the subject of this report), or oral intake of vitamin D must replace synthesis in the skin.

Note that there are two forms of vitamin D, vitamin D_3 that is synthesized in skin, and vitamin D_2 which is a plant form of the vitamin. Dietary intake may be in either form, and vitamin D (no subscript) can refer to either or both forms. Measurements of circulating $25(\text{OH})\text{D}$ generally refer to the sum of the hydroxylated version of both forms of the vitamin, though some assays can distinguish between the two forms if necessary.

2 Balancing sunlight, diet, supplements and sunbeds

For much of the world's population the UV pathway is the primary source of vitamin D. Few diets (e.g. the traditional Inuit diet is one such) contain any significant amounts of vitamin D, and for the most part diet alone is unable to maintain our defined target circulating $25(\text{OH})\text{D}$. It is acknowledged that circulating levels of $25(\text{OH})\text{D}$ may be increased, and maintained, by use of vitamin D supplements, even in the absence of any exposure to UV radiation, natural or artificial. Thus when sunlight exposure is inadequate, an alternative to artificial UV exposure is to use vitamin D supplementation, or increase the consumption of fortified foods. The latter, at the time of writing, have been included in dietary assessments, and food fortification is dependent on national initiatives, so it is not possible to make global statements on this subject. Vitamin D supplements are widely available to the public in a range of oral doses, either as part of a multivitamin, or in single vitamin form. Use of such supplements is a personal choice, or may be medically advised. Very large vitamin D doses ($> 50 \mu\text{g}/\text{d}$) are sometimes prescribed for treatment of deficiency related diseases, but should only be taken with medical supervision. Note that vitamin D intoxication is possible via oral intake, but is prevented via sunlight by the complex vitamin D photochemistry in the skin (Annex A). In the absence of specific malfunctions in absorption from the gut (Javorsky et al., 2006), oral supplementation is an alternative source of circulating $25(\text{OH})\text{D}$ to UV exposure. However, diet and supplementation are not the subjects of this report. We assess the potential of