

Radioaktivität von Z5 Implantaten

Strahlenbelastung im Überblick

Natürliche effektive Dosis Deutschland	2,4 mSv/Jahr
Empfohlener Grenzwert ICPR	1 mSv/Jahr
Computertomografie Brustkorb	6 – 10 mSv/Aufnahme
100 Stunden vor einem Bildschirm (0,5 m; Kathodenstrahlröhre-CRT)	0,1 mSv
Flugzeugreise (8 Stunden, 12.000 m Höhe)	0,1 mSv
Z5m (Z-Look3) Implantat	0,01 mSv/Jahr

Natürliche gesamte Strahlenexposition

Aus der Inhalation und Ingestion natürlicher Radionuklide ergibt sich bei üblichen Lebens- und Ernährungsgewohnheiten im Mittel eine jährliche **effektive Dosis*** (H_e) von etwa 1,4 mSv. Hinzu kommt eine jährliche externe Strahlenexposition mit 0,7 mSv, die sich aus einer kosmischen Komponente mit 0,3 mSv und einer terrestrischen Komponente mit 0,4 mSv zusammensetzt.

Insgesamt ergibt sich daraus z.B. in Deutschland eine mittlere jährliche effektive Dosis von 2,1 mSv. In Anbetracht der Variationsbreite der einzelnen Komponenten, insbesondere der Exposition durch das Radon-Isotop Rn-222, liegt die jährliche effektive Dosis für die durchschnittlichen Verhältnisse z.B. in Deutschland im Bereich zwischen 2 und 3 mSv.

Im UNSCEAR Report 2000 wird für die durchschnittlichen Verhältnisse in der nördlichen Hemisphäre ein Wert von 2,4 mSv/Jahr effektive Dosis angegeben [1].

Zirkonoxid ZrO₂-TZP Strahlendosis

Studie Porstendörfer et al. – Radiation risk estimation based on activity measurements of zirconium oxide implants [2].

Fragestellung

Messung der spezifischen Radioaktivität von orthopädischen Implantaten (Hüftkugel) aus Zirkonoxid im Vergleich zu metallischen Hüftkugelimplantaten und Balls aus Al₂O₃.

Methode

Wegen der wesentlich höheren biologischen Wirksamkeit von α -Strahlung im Vergleich zu β - und γ -Strahlung wurde die α -Strahlung spezifisch gemessen (α -Strahlung hat im Vergleich zu β - oder γ -Strahlung eine ca. 20-mal höhere biologische Wirksamkeit). Mit Hilfe von γ -Spektralanalyse wurden Radionuklide und deren Massenanteile bestimmt.

Ergebnis

Die ZrO₂ Samples (Hüftkopfmasse/-gewicht ca. 100 Gramm ergeben im Mittel eine Effektivdosisleistung (H_e*) zwischen 0,13 mSv/Jahr und 0,53 mSv/Jahr (siehe Tabelle 1) und sind damit unter dem von der ICPR (International Commission on Radiological Protection) empfohlenen Grenzwert von 1 mSv/Jahr.

* Effektive Dosis (H_e): Die effektive Dosis (Einheit: Sievert [Sv]) ist als Mass für eine Ganzkörperdosis eine Messgrösse für das gesamte stochastische Strahlenrisiko bezüglich Krebs und Leukämie einer mit ionisierender Strahlung bestrahlten Person.

Die Masse (Gewicht) von Dentalimplantaten beträgt ca. 1 bis 2 Gramm, es ergibt sich daraus eine entsprechend geringe Strahlungsaktivität mit einer Effektivdosisleistung (H_e) von nur etwa 1% des von der ICPR empfohlenen Grenzwertes. Die Strahlenbelastung durch ein Z5 Implantat liegt also ca. 100 mal niedriger als der Grenzwert.

Tabelle I

Specific Activities of Key Nuclides of ZrO₂ and Al₂O₃ Raw Material (Powder)

Sample (Raw Material)	Uranium-Radium (Bq/kg)			Thorium (Bq/kg) ²³² Th	Φ (cm ² /day)	H _m (mSv/year)	H _e (mSv/year)	C _m (Bq/kg)	C _s (Bq/kg)
	²³⁸ U	²²⁶ Ra	²¹⁰ Pb						
ZP (ZrO ₂)	6.2 ± 2.0	0.5 ± 0.2	<13	0.4 ± 0.1	1.7 ± 2.0	2.6	0.13	1.6-2.5	16.2
ZP (ZrO ₂)	4.0 ± 2.0	2.1 ± 0.2	17.5 ± 13.0	2.3 ± 0.1	4.7 ± 2.4	7.2	0.36	3.7	10.3
ZP (ZrO ₂)	5.1 ± 3.2	1.7 ± 0.2	66.4 ± 8.0	2.4 ± 0.1	7.0 ± 1.0	10.6	0.53	7.3	13.8
ZP (ZrO ₂)	3.6 ± 1.6	1.6 ± 0.2	70.4 ± 7.9	2.1 ± 0.1	6.1 ± 1.1	10.4	0.52	7.1	13.7
ZP (ZrO ₂)	6.0 ± 3.2	1.4 ± 0.2	69.0 ± 7.9	2.2 ± 0.1	6.6 ± 1.0	10.0	0.50	7.6	15.2
AP (Al ₂ O ₃)	3.0 ± 0.7	<0.2	<2.0	0.2 ± 0.1	2.1 ± 2.1	3.2	0.16	0.7-0.9	5.0

Φ_α, Alpha particle flux density from the surface of the sintered material; H_m, equivalent dose of the tissue surrounding the implant; H_e, effective dose; C_m, weighted specific activity; and C_s, the weighted specific activity limit derived from the measured data (statistical error with 2 standard deviation confidence).

Tabelle I (aus Porstendörfer [2]: Vergleich der radioaktiven Strahlung von 5 ZrO₂ Proben mit Al₂O₃. Probengrösse je 100 gr.

Literatur

[1]United Nations: Sources, Effects and Risks of Ionizing Radiation. UNSCEAR 1982, 1988, 1993, 2000 Report to the General Assembly, with Scientific Annexes. New York 1982, 1988, 1993, 2000.

[2]Porstendörfer, J. et al.: Radiation risk estimation based on activity measurements of zirconium oxide implants, Journal of Biomedical Materials Research, Vol. 32, 663-667 (1996)

