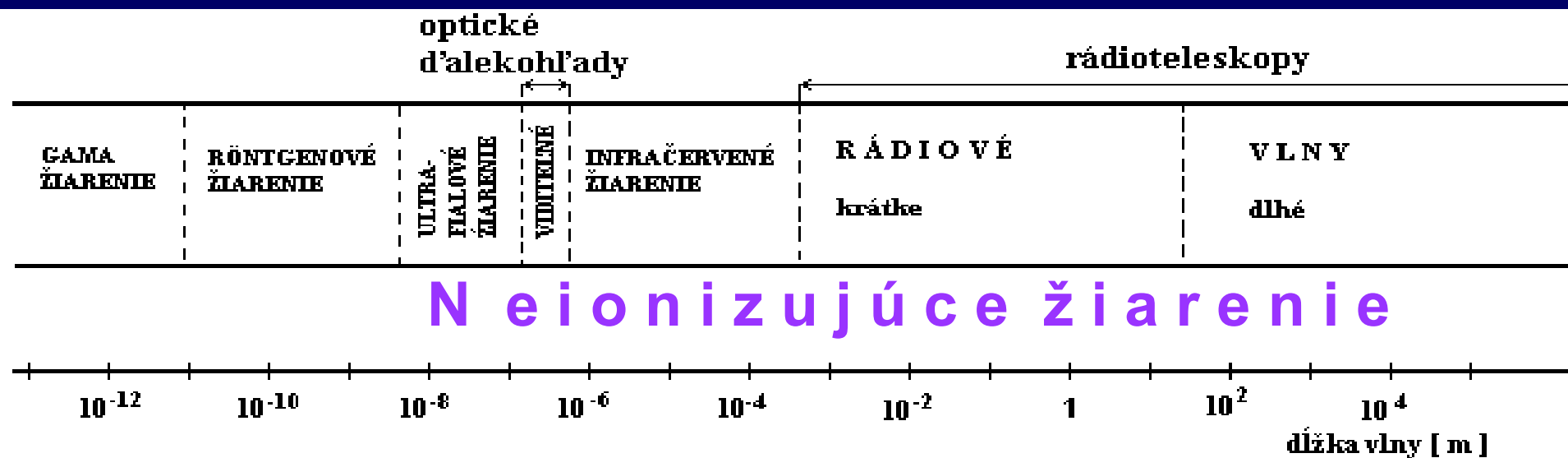


Neionizujúce žiarenie

Ján Jakuš

5. Neionizujúce žiarenie

- Neionizujúce žiarenie zahŕňa všetky druhy elmg. žiarenia s $f < 10^{15}$ Hz a $\lambda = 10^{-8} - 10^4$ (m) t.j. ultrafialové (UV) žiarenie, viditeľné svetlo, infračervené (IČ) žiarenie, mikrovlny, rádiovlny- krátke ,stredné dlhé.
- Tieto žiarenia pri interakcii s hmotou **nevedú ku vzniku el. nabitých častíc (katiónov a aniónov)**



1. Ultrafialové žiarenie (UV- svetlo)

UV svetlo je neviditeľné žiarenie s $\lambda = 100- 400 \text{ nm}$,

Zdroj: **Slnko** - prirodzený zdroj, **Hg - ortuťové výbojky** - umelý zdroj

Rozdelenie:

UVA- dlhovlnné, čierne, opaľovacie $\lambda = 315 - 400 \text{ nm}$

UVB- strednovlnné, zápalové, erytém $\lambda = 280 - 315 \text{ nm}$

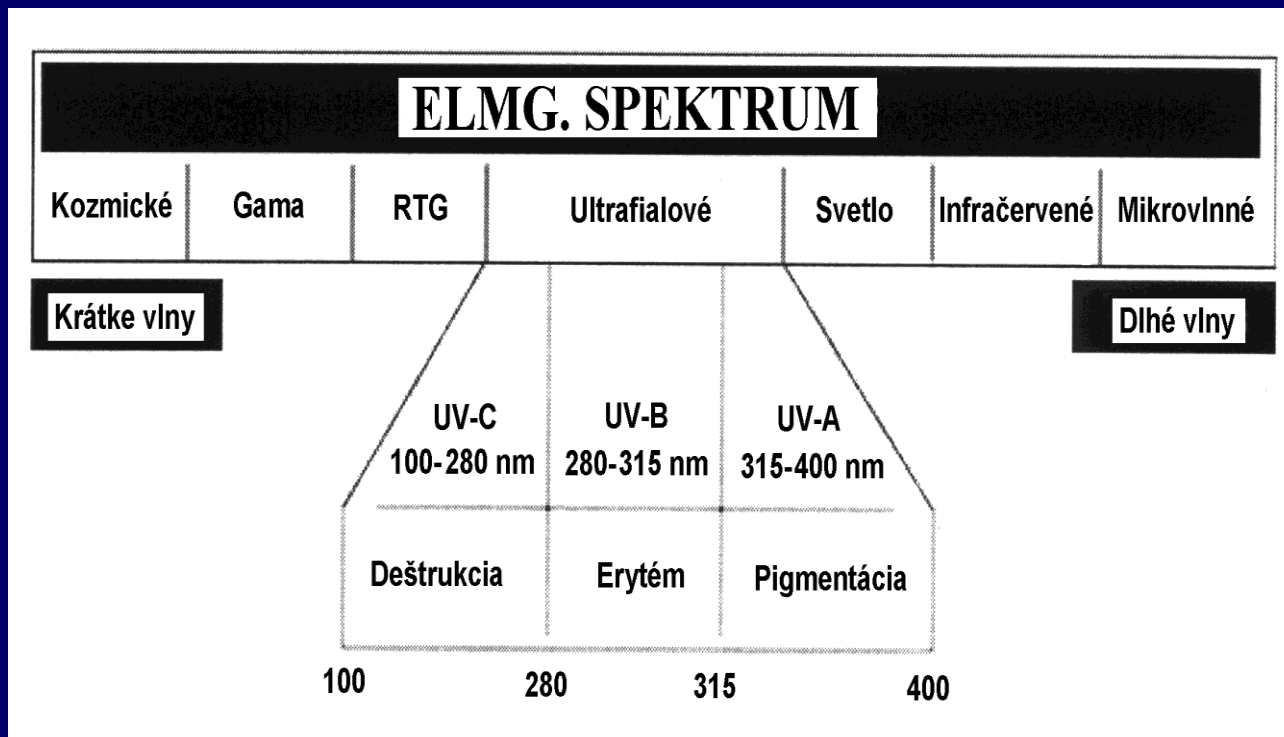
UVC- krátkovlnné, baktericídne $\lambda = 100 - 280 \text{ nm}$
(pochádza len z umelých zdrojov, časť spektra pod 100 nm ionizuje)

Zo slnka na Zem dopadá **UVA (90%) a UVB (10%) žiarenia**

Ozón O_3 and O_2 pohltia 100% UV-C žiarenia, 10% UVA žiarenia a 90% UV-B žiarenia

Ozónové diery zvyšujú najmä úroveň UV-B a UV-A

Druhy UV žiarenia schematicky



2.1 Druhy a zdroje ultrafialového žiarenia

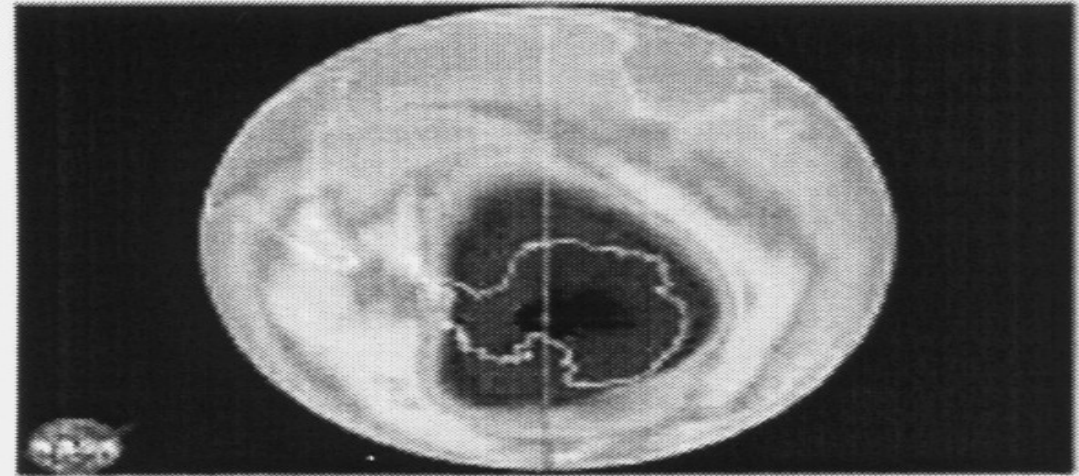
Ozónová „diera“ (OD)

- Ide o pokles celkového množstva ozónu v ovzduší pod 220 Dobsonových jednotiek. V súčasnosti je tento jav cca 3-krát intenzívnejší než začiatkom 80-tych rokov a plošný rozsah prekročil 23 miliónov km², pričom najnižšie hodnoty množstva ozónu sú pod hodnotou 100 Dobsonových jednotiek. Dôsledkom OD je zvýšenie intenzity AV-A a najmä UV-B radiácie,
- **Príčina:** 1.vysoká koncentrácia chloro - fluoro - karbonátových zlúčenín (freónov) v ovzduší, čo znižuje množstvo stratosferického O₃ . Ku zhoršovaniu ekológie prispievajú aj tzv. skleníkový efekt s nadprodukciou CO₂ a vznik hydroxylových a uhlíkatých radikálov (globálne otepľovanie a kyslé dažde).

Ozónové diery – z poklesu O_3 v stratosfére

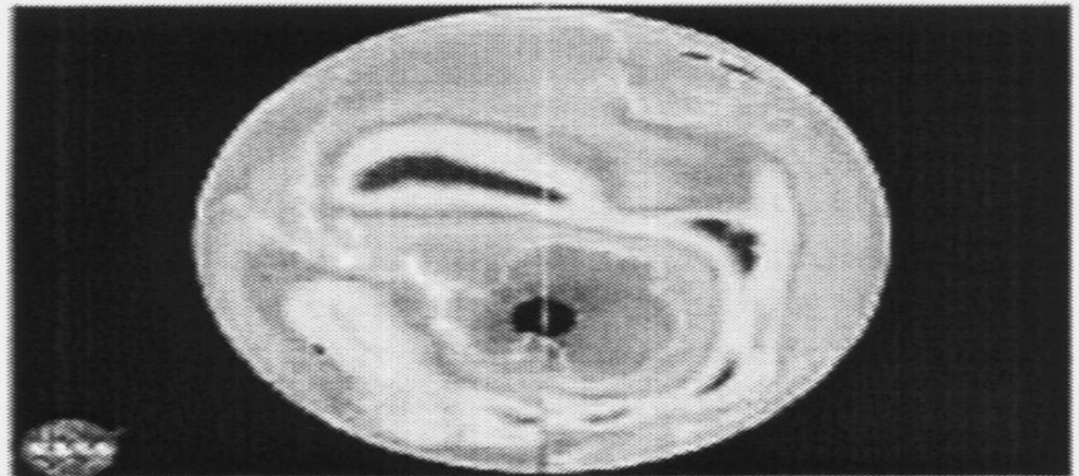


Earth Probe TOMS Total Ozone September 24, 2001



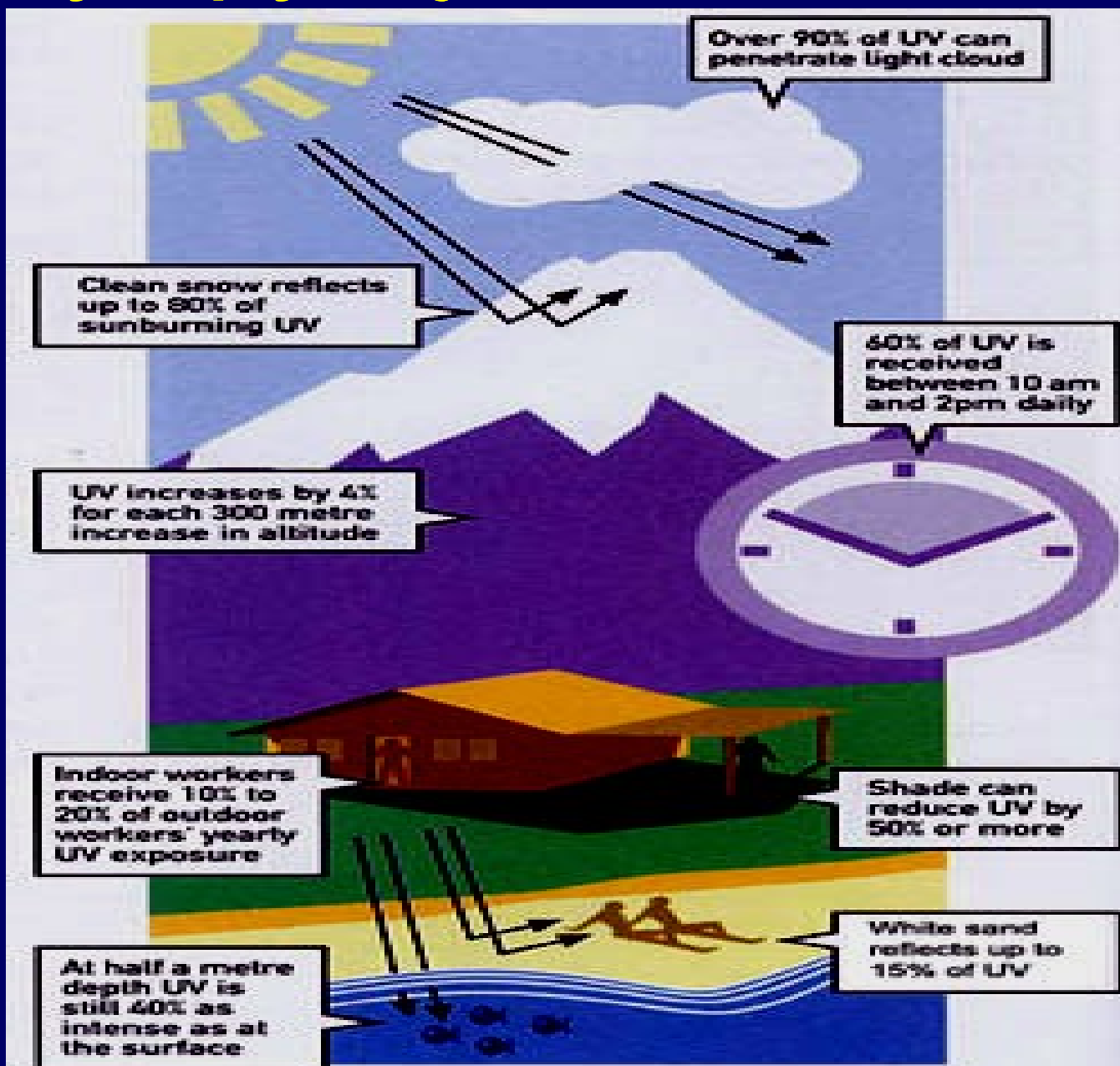
<100 180 260 340 420 500>
Ozone (Dobson Units)

Nimbus-7 TOMS Total Ozone September 24, 1980



<100 180 260 340 420 500>
Ozone (Dobson Units)

Faktory ovplyvňujúce intenzitu UV žiarenia



Účinky UV žiarenia

Koža: **Erytém** - včasné začervenanie kože, už po 1-3 hod. od začiatku opaľovania (**tzv. solárna dermatitída**)

Pigmentácia nastupuje oneskorene až po **48-72 hod.- t.j. do 3 dní** od začiatku opaľovania v dôsledku tvorby pigmentu **melanínu** v melanocytoch kože

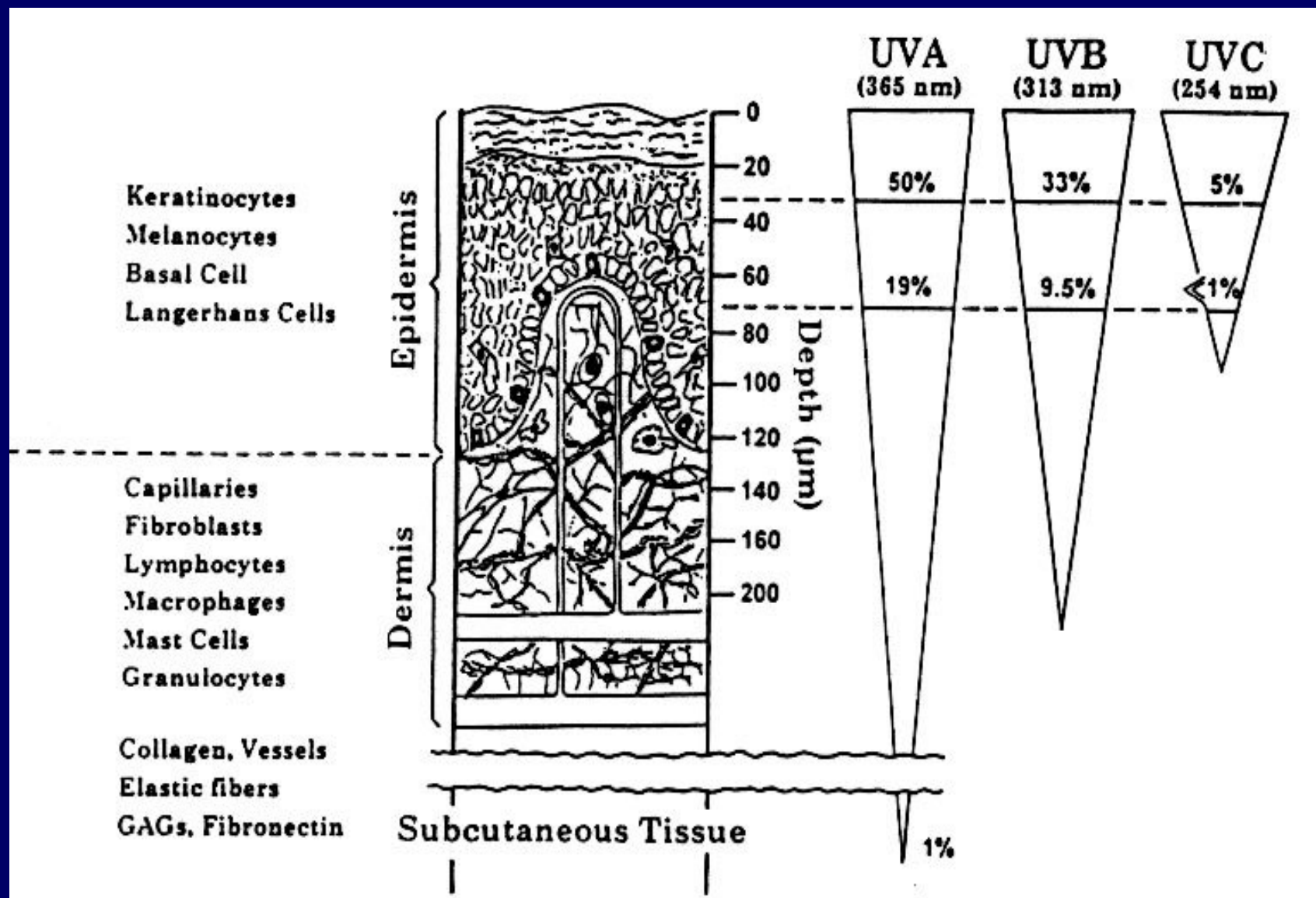
Vitamín D – produkcia-rast kostí a chrupu

Starecký výzor kože (suchá koža, vrásky, až nádory kože- **karcinom a malígny melanóm**)

OKO: **zápal rohovky- Keratitída, Bolesť, Katarakta**

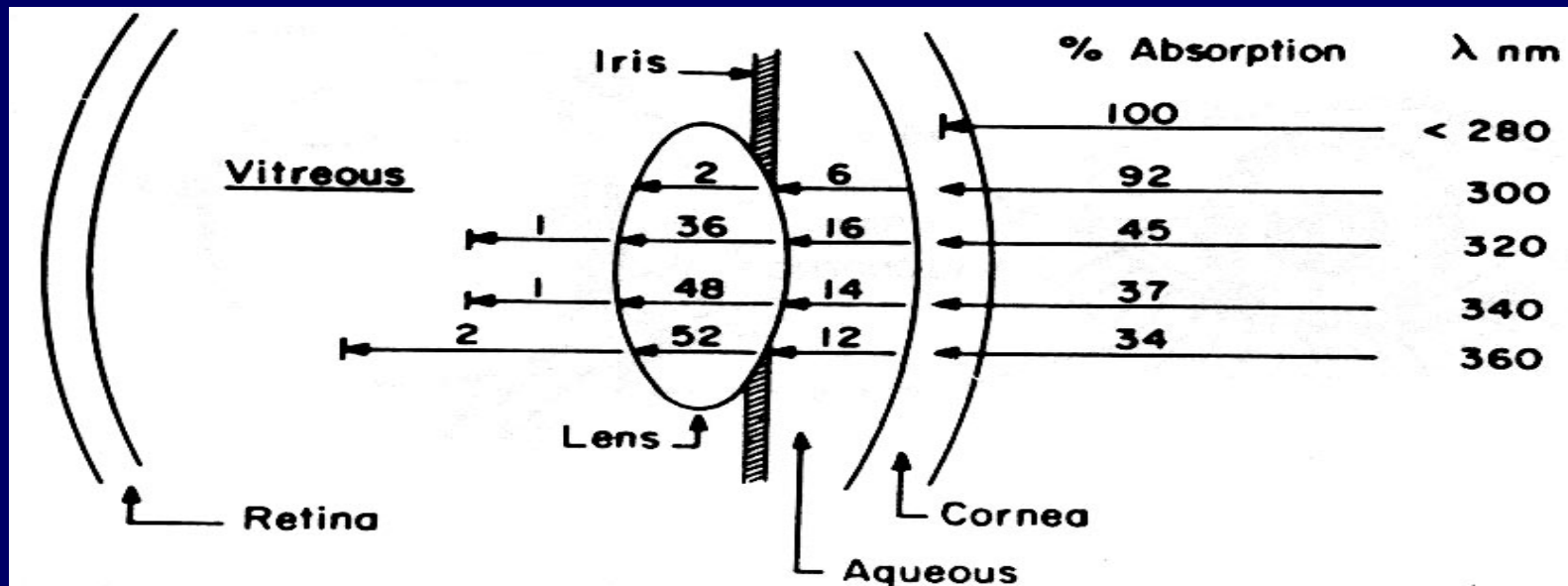
IMUNITA: **zvýšenie**- normálne opaľovanie , **pokles** pri nadmernom opaľovaní

Prienik UV žiarenia do kože



Prienik UV žiarenia do oka

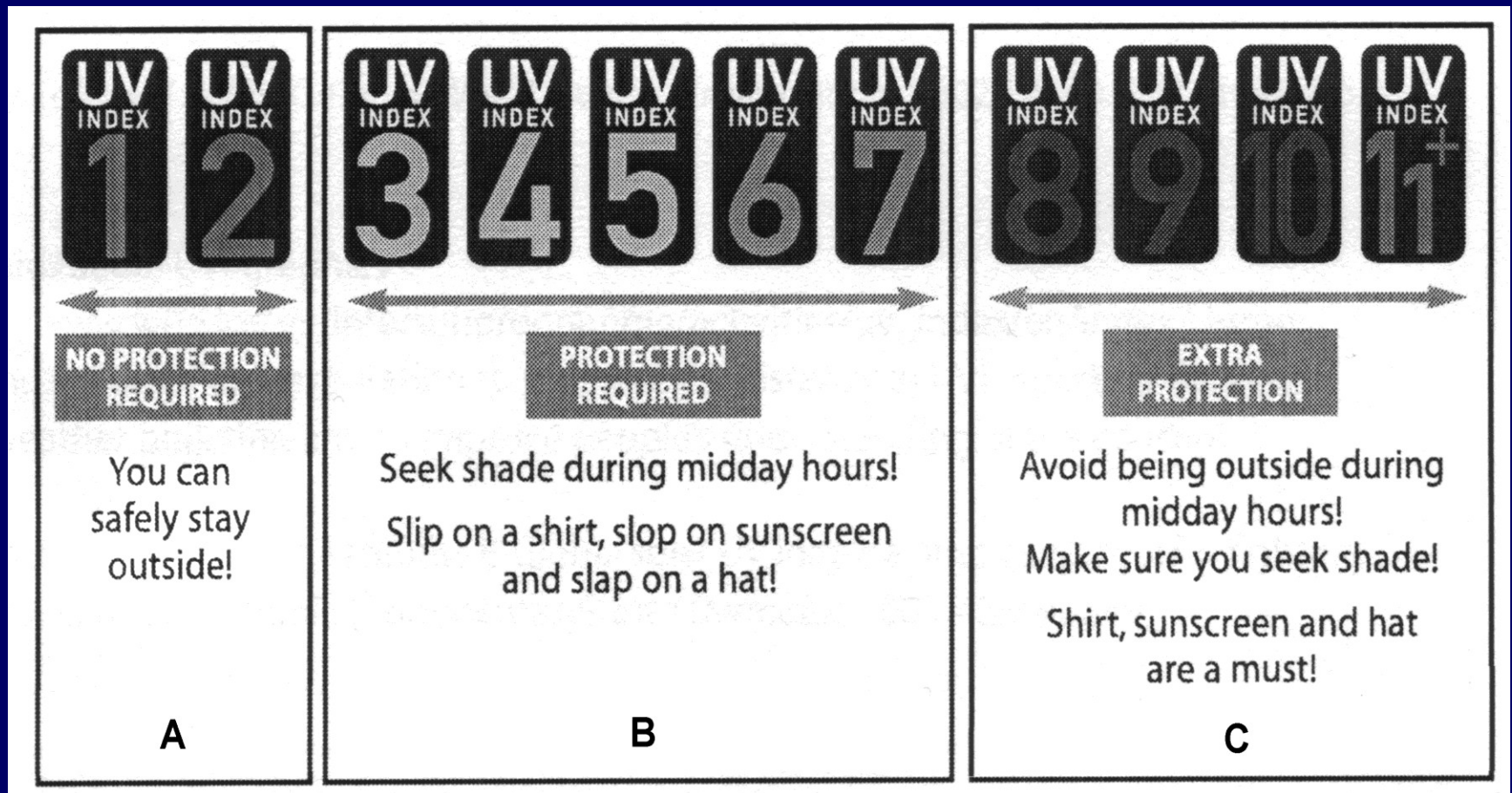
- Rohovka** prakticky úplne pohltí UV-C žiarenie s $\lambda < 280$ nm, pričom okolo 60 % UV-B žiarenia a až 80 % UV-A žiarenia prejde cez rohovku do komorovej vody. **Najhlbšie do oka preniká UV-A žiarenie**, ktoré je značne absorbované **Šošovkou**. Oko obsahuje UV filter (čo je chemicky zlúčenina **0-beta-3-OH - kynurenín**). Tento **filter** je schopný prakticky úplne absorbovať pásmo UV-A radiácie, takže k fotoreceptorom sa dostane len mizivé % UV žiarenia



Zásady ochrany pred UV žiarením

1. Novorodenci a dojčatá - **zákaz opaľovania** !
2. Neopaľovať sa medzi **10 -14 hod.** keď je intenzita UV žiar. najvyššia (platí pre Strednú Európu)
3. **Zásadne používajte:** široké klobúky, svetlý odev z bavlny, okuliare s anti UVA a UVB sklami a opaľovacie krémy a mlieka bez parfémov (vždy musia mať vyznačené oba faktory **pre UVA tak aj UVB žiarenie a ochranný faktor min.č 20.** *Ochranný faktor udáva koľkokrát možno predĺžiť pobyt na slnku bez rizika poškodenia kože erytémom .*
4. **Solárny index** - číselná škála, vyjadruje hustotu toku UV žiarenia s erytémovým účinkom, hodnoty 1-2 (nie je potrebné sa chrániť), hodnoty 8-11 sú kritické pre obyvateľstvo- nevychádzať z príbytkov!
5. **Neopaľovať sa pri užívaní liekov** -antibiotiká, sulfonamidy,
6. **Nenavštevujte solária**, najmä ľudia s **fototypom kože 1, 2 blond vlasy, modré oči**- dávky ktoré dostávame počas roka sú dostatočné a netreba ich kumulovať! (WHO)
7. Vyvarujte sa **spálenia kože** najmä v detskom veku, aj v dospelosti : koža si to“ pamätá“ a hrozí rakovina!

Solárny index- informácia pre obyvateľov o intenzite UV žiarenia



Fototypy kože

- Na základe reakcie kože na expozíciu UV žiarení sa rozlišuje **6 fototypov kože** :
- **I. typ**: blond vlasy, modré oči, bledá a citlivá koža, ktorá po expozícii UV svetlom rýchlo (po 5 - 10 min.) sčervená, no nikdy nestmavne (**nepigmentuje**). Tento fototyp má väčšiu predispozíciu ku vzniku kožných nádorov.
- **II. typ**: vlasy ryšavé, oči zelené, koža po ožiarení UV svetlom sčervená po 20 – 30 min., ale nikdy nestmavne (**nepigmentuje**). Tento fototyp ma tiež väčšiu predispozíciu ku vzniku kožných nádorov
- **III. typ**: vlasy svetlé, oči modré, po UV ožiarení (20 – 30 min.) je koža začervenala, tmavne však málo (**slabo pigmentuje**).
- **IV. typ**: vlasy svetlo-hnedé, oči modré, po UV expozícii koža sčervená po 35 min., ale vždy stmavne (**pigmentuje**)
- **V. typ**: vlasy hnedé, oči hnedé (Indiáni) –(**dobre pigmentuje**)
- **VI. typ**: černosi

- **Malígný melanóm** je agresívny rýchle metastazujúci, malígný kožný nádor vychádzajúci z melanocytov z buniek epidermis, ktoré tvoria **pigment melanín**. Vzniká ako dôsledok opakovaného intenzívneho spálenia kože UV žiarením, a to **najmä svetlej kože**, ktorá je veľmi citlivá. Dôležitú úlohu má rodinný výskyt. Za veľmi závažné príčiny treba pokladať **1. slnečnú traumou v detstve** (spálenie kože keď dochádza k trvalému poškodeniu DNA melanocytov)

2. časté používanie solárií. Medzi rizikových jedincov patria ľudia so **svetlým fototypom kože (typ I. a II.)** a ľudia s vysokým počtom **pigmentových névov (materských znamienok)**. **POZOR na ich pravidelnú a odbornú kontrolu!**

Malígne melanómy na koži trupu



Obr. 56. Lentigo maligna melanóm na chrbte (Clark IV, Breslow 6,73 mm, mitotická aktivita 12/mm², satelity)



Obr. 52. Superficiálne šíriaci sa melanóm v driekovej oblasti (Clark III, Breslow 1,16 mm, mitotická aktivita 3/mm²)

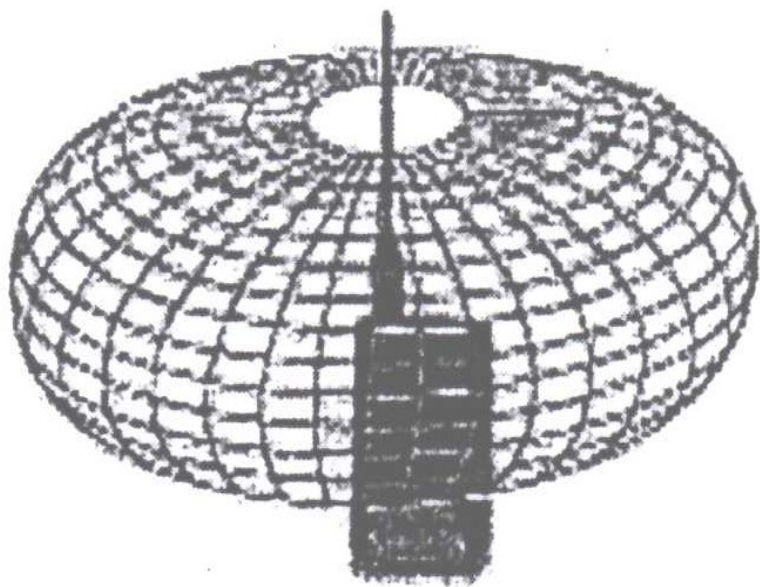
2. Mobilná komunikácia- rádiovfrekvenčné pásmo ultravysokých frekvencií (UHF)

- frekvencia **300 - 3000 MHz** a $\lambda = 1 - 0.1$ (m)
- Ide o **neionizujúce žiarenie**
- Využíva sa pri mobilnej, TV, satelitnej komunikácii
- Na Slovensku pracujú mobilné siete operátorov na frekvenciách **900 ,1800, a 2100 MHz.**
- Mobil je malý **vysielač a prijímač**, ktorý komunikuje so základňovými stanicami (ZS), ktoré sú postavené na vrcholoch kopcov alebo na strechách výškových budov s dosahom asi 5- 30 km
- **Intenzita vyžarovania** je v blízkosti ZS (do 10 m) veľmi vysoká, a preto nebezpečná pre zdravie!
(ŠVOČ ?)

- **Výkony antén základňových staníc** sú obvykle **60 W**, preto aj pobyt pracovníkov v okolí antény musí byť časovo obmedzený. Hustota základňových staníc závisí i od **konfigurácie terénu**. Aby sa dostatočne zabezpečilo územné pokrytie signálom, platí- **čím je terén hornatejší, tým je potrebné použiť väčší počet ZS**. Signál mobilného operátora pokrýva určité vymedzené územie (teoretický dosah je **do 30 km** od ZS, v meste však len **stovky metrov**). Signál pomerne málo preniká **terénnymi prekážkami**, predovšetkým budovami konštruovanými najmä zo železobetónu, podzemnými priestormi (parkoviská, garáže, vagóny ,metro a pod.)

Účinky rádiovín z mobilov

Počas hovoru mobil vysiela elmg. žiarenie ktorého **intenzita** závisí na kvalite prijímaného signálu. Čím slabší je prijímaný signál (napr. v aute, vo vlaku, v tienených budovách), tým väčšia je intenzita vyžarovania z mobilu. Žiarenie z mobilu preniká do hĺbky 1-2 cm pod povrch najmä **hlavy, ucha, oka, krku a ruky** telefonujúcej osoby.



Absorbacia rádiovín z mobilov

Rádiovlny z mobilov ovplyvňujú najmä citlivé štruktúry mozgu v hĺbke 1-2 cm pod povrchom lebky. Aby sa zistila bezpečná hodnota absorbcie mozgovým tkanivom zaviedol sa tzv. index **SAR „Specific Rate of Absorbtion (SAR) N= 1.6 (W.kg⁻¹)**. Hodnota SAR je rôzna pre rôzne typy mobilov. (Číslo SAR nájdete na krabici v ktorej sa mobil predáva). Aj keď je **výkon mobilov nízky (do 2 W)**, vplyvom rôznych **interferencií** (s kovovým náramkom, s prsteňom, s náušnicami , s kovovými implantátmi a pod.) sa môže vyžarovaná energia **sčítavať** a dochádzať ku absorbcii žiarenia s vysokou intenzitou. **Účinok vyžarovania z mobilov závisí najmä od intenzity elmg. žiarenia z mobilu a od trvania hovoru (expozícia)**.

Biologické účinky vyžarovania z mobilov

1. Tepelné účinky- pri interakcii s tkanivami vzniká teplo (teplota v tkanive mozgu stúpa cca o 0.1°C v priebehu 12 min. hovoru). To môže poškodiť činnosť neurónov. Poškodenie optického a sluchového nervu lokálnym zohriatim. **Subjektívne:** osoby v dotazníkových štúdiách uvádzali najčastejšie: pálenie a svrbenie kože s erytémom, pocit tepla vo zvukovode, poruchy koncentrácie, poruchy spánku...

2. Netepelné účinky- sú opísané prípady kedy po cca 1000 hod. používania mobilu narástol zhubný v nádoru mozgu -**astrocytóm**- na strane kde postihnutý držiaval mobilný telefón. Zistil sa aj pokles tvorby hormónu **melatonínu** z epifýzy, ktorý reguluje rast buniek. Pri poklese jeho tvorby bunky nekontrolovane rastú a množia sa.

- **rakovina** (vid tiež potenciálne karcinogénny účinok **modrého svetla !!**)

Netepelný účinok sa napr. vysvetľuje aj elmg. indukciou, ktorou vznikajú v ožiarených tkanivách **iónové prúdy**. Vplyvom týchto prúdov sa menia chemické a elektrické vlastnosti bunkových membrán (ich permeabilita), dochádza ku zmenám v otváraní a zatváraní iónovo-selektívnych kanálov, k narušeniu vrátkovacích mechanizmov, etc.), čo významne ovplyvňuje **elektrogenézu bunky**, mení hodnoty pokojového a akčného potenciálu a tým aj biologické vlastnosti buniek, tkanív a orgánov. Najviac sa tento účinok prejavuje na **centrálnom nervovom systéme, na srdcovocievnom, svalovom, zažívacom a endokrinnom systéme.**

- **Syndróm elmg. hypersenzitivity** (spôsobený elmg. smogom) začína **funkčnými** poruchami neklúdom, trasom, poruchami koncentrácie. Neskôr sa pridružujú poruchy **organické** cievne spazmy, so zvýšením (niekedy s poklesom) krvného tlaku, poruchami sluchu, stratou rovnováhy, poruchami elektrolytového a bielkovinového hospodárstva a zmenami v endokrinnom a imunitnom systéme.
- **Pri skúmaní vplyvu na oko** sa zistilo poškodenia šošovkového púzdra (kapsulopatia) a vzniku **katarakty** u manažérov pri excesívnom mobilnom telefonovaní. Očná šošovka je viac citlivá na zvýšenie teploty. Navyše, množstvo energie vyžarovanej mobilným telefónom a absorbovanej okom sa môže zvýšiť **odrazom od dlane ruky držiacej telefón**. Zvýšenie absorpcie v oku môžu spôsobiť tiež **okuliarové rámy, príp. masívne náhrdelníky, či kovové náramky, ktoré pôsobia ako smerové antény**.

Ako bezpečne používať mobilné telefóny?

- Kupujte len mobily so **SAR <1.6 (W.kg⁻¹)**
- Netelefonujte na miestach so **slabým signálom** (napr. vo vlaku, v tienených budovách zo železobetónu, v metre...)
- v aute- hrozí navyiac aj **porucha koncentrácie** vodiča na cestnú premávku .
- Netelefonujte viac ako **2 minúty**.
- Zabráňte **dotyku antény** mobilu s hlavou
- Nedovoľte deťom **do 6 rokov** telefonovať
- U pacientov s implantovaným **kardiostimulátorom** má byť vzdialenosť od srdca a od stimulátora min. **20 cm**. Mobil sa nemá držať v náprsnom vrecku.
- Používanie „**hands-free setu**“ síce ochráni mozog, ale elmg. žiarenie sa len presmeruje z hlavy na iné tkanivá- (napr. pokles produkcie spermií....)

**Prajem Vám krásne Vianoce, pevné
zdravie , šťastie a úspech na skúškach**

Prof. Jakus