

I.7. Podstawy fotodynamicznej terapii antynowotworowej

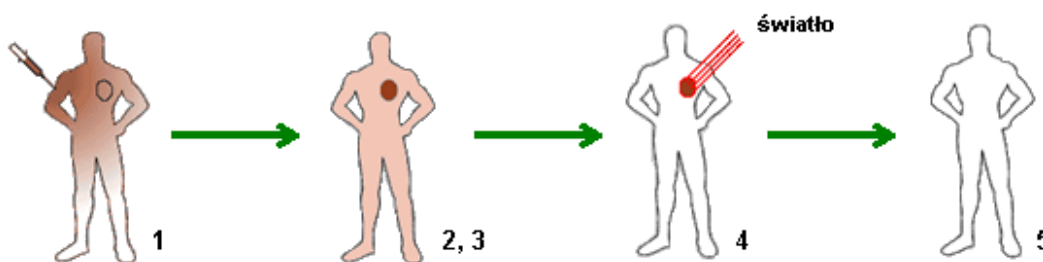
Terapia fotodynamiczna jest nowoczesną metodą niszczenia zdiagnozowanych zmian nowotworowych wykorzystującą energię świetlną, często nazywana fotochemio terapią. Wymaga ona:

- barwnika zwanego fotosensybilizatorem,
- monochromatycznej wiązki światła,
- tlenu rozpuszczonego w tkance.¹

Długość fali świetlnej powinna pokrywać się z zakresem absorpcji barwnika zakumulowanego w tkance nowotworowej.

Możemy wyróżnić następujące etapy PDT (rys. I.7.A):

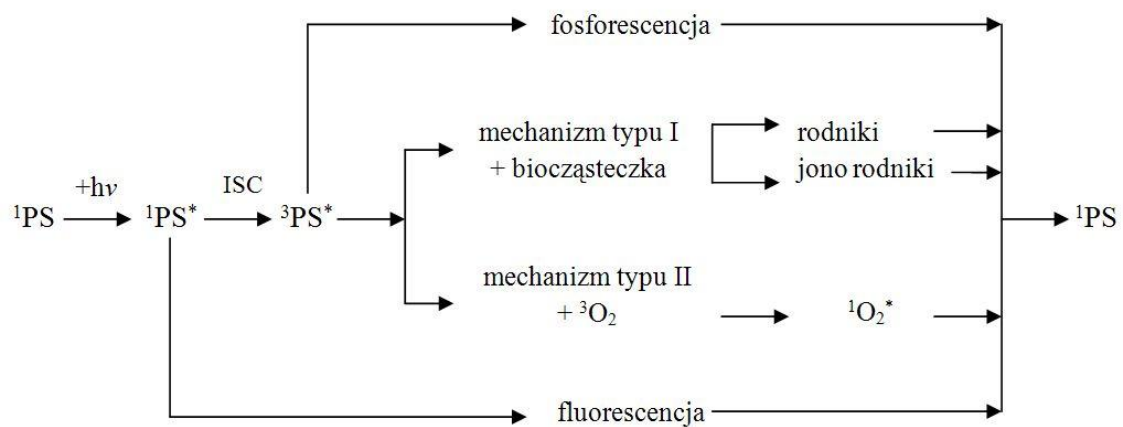
- 1) iniekcyjne podanie fotouczulacza, który jest rozprowadzany po całym organizmie przez układ krwionośny
- 2) akumulację barwnika w komórkach nowotworowych w dużo wyższym stężeniu niż w komórkach wykazujących prawidłowe czynności życiowe (zdrowych).
- 3) osiągnięcie zamierzonego stężenia fotouczulacza w tkankach
- 4) naświetlanie światłem monochromatycznym zdiagnozowanych miejsc nowotworowych – wywołanie szeregu reakcji fotochemicznych niszczących nowotwór.
- 5) samooczyszczenie organizmu pacjenta z leku uczulającego go na światło.



Rysunek I.7.A *Etapy PDT.*

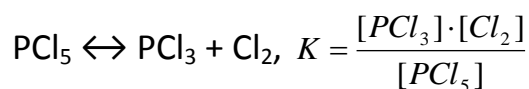
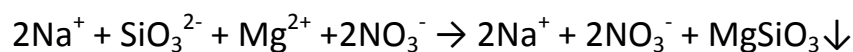
Mechanizm reakcji fotodynamicznej w tkankach nie został jeszcze szczegółowo wyjaśniony. Jednakże zostały zaproponowane dwa mechanizmy, które zachodzą, z przewagą każdego z nich, w zależności, czy w środowisku jest małe czy duże stężenie tlenu.

¹ A. Graczykova, Fotodynamiczna metoda rozpoznawania i leczenia nowotworów, Dom Wydawniczy Bellona, Warszawa 1999



Rysunek I.7.B Mechanizmy reakcji PDT.

1) Edytor równań matematycznych



$$\frac{1}{v_0} = \frac{K_M + [S]}{V_{max} [S]} = \frac{K_M}{V_{max}} \cdot \frac{1}{[S]} + \frac{1}{V_{max}}$$

$$\int_a^b \alpha f(x) + \beta g(x) dx = \alpha \int_a^b f(x) dx + \beta \int_a^b g(x) dx$$

$$\Psi^{HF} = \frac{1}{\sqrt{N!}} \begin{bmatrix} \phi_1(\tau_1) & \phi_2(\tau_1) & \cdots & \phi_N(\tau_1) \\ \phi_1(\tau_2) & \phi_2(\tau_2) & \cdots & \phi_N(\tau_2) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \phi_1(\tau_N) & \phi_2(\tau_N) & \cdots & \phi_N(\tau_N) \end{bmatrix}$$

2) Tabela - formatowanie

Cząsteczka	Wiązanie	Energia wiązania		Długość wiązania [Å]
		[kJ/mol]	[kcal/mol]	
Metan, CH ₄	C _{sp³} - H _{1s}	438	105	1,10
Etan, CH ₃ CH ₃	C _{sp³} - C _{sp³}	376	90	1,54
	C _{sp³} - H _{1s}	420	100	1,10
Etylen, H ₂ C=CH ₂	C _{sp²} = C _{sp²}	611	146	1,33
	C _{sp²} - H _{1s}	444	106	1,08
Acetylen, HC≡HC	C _{sp} ≡ C _{sp}	835	200	1,20
	C _{sp} - H _{1s}	552	132	1,06

3) Układ kolumnowy tekstu

<http://pl.wikipedia.org/wiki/Laser>

Laser² to generator promieniowania, wykorzystujący zjawisko [emisji wymuszonej](#). Nazwa jest [akronimem](#) od *Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation* — wzmocnienie światła poprzez wymuszoną emisję promieniowania. Promieniowanie lasera ma charakterystyczne właściwości, trudne lub wręcz niemożliwe do osiągnięcia w innych typach źródeł promieniowania. Jest [spójne](#) w czasie i przestrzeni, zazwyczaj [spolaryzowane](#) i ma postać wiązki o bardzo małej [rozbieżności](#). W laserze łatwo jest otrzymać promieniowanie o bardzo małej szerokości linii emisyjnej^[1], co jest równoważne bardzo dużej mocy w wybranym, wąskim obszarze widma. W laserach impulsowych można uzyskać bardzo dużą moc w impulsie i bardzo krótki czas trwania impulsu (zob. [laser femtosekundowy](#)).

Słowo *laser* bez dodatkowych określeń odnosi się najczęściej do laserów emitujących światło widzialne. W przypadku innych długości fali stosowane

² *Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*

są dodatkowe określenia precyzujące zakres pracy (zob. [nazewnictwo laserów](#)).

Laser to generator promieniowania, wykorzystujący zjawisko [emisji wymuszonej](#). Nazwa jest [akronimem](#) od *Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation* — wzmocnienie światła poprzez wymuszoną emisję promieniowania. Promieniowanie lasera ma charakterystyczne właściwości, trudne lub wręcz niemożliwe do osiągnięcia w innych typach źródeł promieniowania. Jest [spójne](#) w czasie i przestrzeni, zazwyczaj [spolaryzowane](#) i ma postać wiązki o bardzo małej [rozbieżności](#). W laserze łatwo jest otrzymać promieniowanie o bardzo małej szerokości linii emisyjnej^[1], co jest równoważne bardzo dużej mocy w wybranym, wąskim obszarze widma. W laserach impulsowych można uzyskać bardzo dużą moc w impulsie i bardzo krótki czas trwania impulsu (zob. [laser femtosekundowy](#)).³

Słowo *laser* bez dodatkowych określeń odnosi się najczęściej do laserów emitujących światło widzialne. W przypadku innych długości fali stosowane

³ CAMBRIA, kursywa, 12

są dodatkowe określenia precyzujące zakres pracy (zob. [nazewnictwo laserów](#)).

Laser to generator promieniowania, wykorzystujący zjawisko [emisji wymuszonej](#). Nazwa jest [akronimem](#) od *Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation* — wzmocnienie światła poprzez wymuszoną emisję promieniowania. Promieniowanie lasera ma charakterystyczne właściwości, trudne lub wręcz niemożliwe do osiągnięcia w innych typach źródeł promieniowania. Jest [spójne](#) w czasie i przestrzeni, zazwyczaj [spolaryzowane](#) i ma postać wiązki o bardzo małej [rozbieżności](#). W laserze łatwo jest otrzymać promieniowanie o bardzo małej szerokości linii emisyjnej^[1], co jest równoważne bardzo dużej mocy w wybranym, wąskim obszarze widma. W laserach impulsowych można uzyskać bardzo dużą moc w impulsie i bardzo krótki czas trwania impulsu (zob. [laser femtosekundowy](#)).

Słowo *laser* bez dodatkowych określeń odnosi się najczęściej do laserów emitujących światło widzialne. W przypadku innych długości fali stosowane są dodatkowe określenia precyzujące zakres pracy (zob. [nazewnictwo laserów](#)).⁴

⁴ VERDANA, 10

4) Generowanie spisu treści

Podział laserów w zależności od ośrodka czynnego

Ośrodek czynny decyduje o najważniejszych parametrach lasera, określa długość emitowanej fali, jej moc, sposób pompowania, możliwe zastosowania lasera.

W nawiasach podano długości fal emitowanego światła.

Lasery gazowe:

- He-Ne laser helowo-neonowy (543 nm lub 633 nm)
- Ar laser argonowy (458 nm, 488 nm lub 514,5 nm)
- laser azotowy (337,1 nm)
- laser kryptonowy (jonowy 647,1 nm, 676,4 nm)
- laser na dwutlenku węgla (10,6 μm)
- laser na tlenku węgla
- laser tlenowo-jodowy

Lasery na ciele stałym

- laser rubinowy (694,3 nm)
- laser neodymowy na szkle
- laser neodymowy na YAG-u (Nd:YAG)
- laser erbowy na YAG-u (Er:YAG) (1645 nm)
- laser tulowy na YAG-u (Tm:YAG) (2015 nm)
- laser holmowy na YAG-u (Ho:YAG) (2090 nm)
- laser tytanowy na szafirze ($\text{Ti:Al}_2\text{O}_3$)
- laser na centrach barwnych

Lasery na cieczy

- lasery barwnikowe - ośrodkiem czynnym są barwniki rozpuszczone w nieaktywnym ośrodku przezroczystym, np. rodamina

Lasery półprzewodnikowe

- złączone (diody laserowe)
 - laser na materiale objętościowym
 - laser na studniach kwantowych
 - laser na kropkach kwantowych
- bezzłączone
 - kwantowy laser kaskadowy

PODZIAŁ LASERÓW W ZALEŻNOŚCI OD OŚRODKA CZYNNEGO	28
<i>Lasery gazowe:</i>	<i>28</i>
<i>Lasery na ciele stałym.....</i>	<i>28</i>
<i>Lasery na cieczy.....</i>	<i>28</i>
<i>Lasery półprzewodnikowe</i>	<i>28</i>