

ELEKTROTERAPIA

Dział terapii fizykalnej, zajmującej się terapeutycznym wykorzystaniem efektów biologicznych energii elektrycznej do leczenia, rehabilitacji i diagnostyki.

Klasyfikacja prądów oparta na:

- głównych parametrach prądu: kierunek, częstotliwość, natężenie
- efektach terapeutycznych

Pod względem kierunku prąd dzielimy na:

- *jednokierunkowy*
- *dwukierunkowy*

1. Jednokierunkowy

Stały – galwaniczny, przerywany. Zmienny – sinusoidalny. Prąd jednokierunkowy – elektrony (ładunki) poruszają się w jednym kierunku.

2. Dwukierunkowy

Symetryczny / Asymetryczny. Prąd dwukierunkowy – ładunki przemieszczają się w naprzemiennych kierunkach, polaryzacja zmienia się okresowo.

Pod względem częstotliwości prądy dzielimy na:

- prądy stałe (częstotliwość = 0 Hz)
- prądy niskiej częstotliwości (1-800 Hz)
- prądy średniej częstotliwości (800-10 000 Hz)
- prądy wielkiej częstotliwości (powyżej 10 000 Hz)

Częstotliwość – liczba cykli lub drgań zachodzących w jednostce czasu. Jednostka: herc (Hz).

Pod względem efektów terapeutycznych prąd dzielimy

na:

- prądy z efektem pobudzenia ruchowego (np. prąd stały, przerywany, prostokątny, faradyczny, Kotza)
- prądy o efekcie przeciwbólowym (np. prąd stały, diadynamiczny, interferencyjny, Traberta, TENS)

Prąd elektryczny wywołuje efekty biologiczne zależne od parametrów prądu. Pobudzenie → zmiana właściwości błony komórkowej lub metabolizmu komórkowego pod wpływem bodźców zewnętrznych; zmiany te są zwykle odwracalne.

Pobudliwość → zdolność komórki do reagowania na bodźce.

Jony dodatnie (kationy, +) przemieszczają się ku katodzie (biegun ujemny). Jony ujemne (aniony, -) przemieszczają się ku anodzie (biegun dodatni).

Lecznicze oddziaływanie zależy od:

Energia lecznicza	Zmiany w tkankach	Efekty
- rodzaj	- skład tkanek	- czas terapii
- właściwości	- sposób aplikacji	- rodzaj schorzenia
- zakres	- wielkość dawki	- podatność
	- czas trwania	
	- wrażliwość osobnicza	

Czynnik fizyczny - bodziec wywołujący w ustroju odpowiedź tkankową zwaną odczynem. Odczyn to reakcje biochemiczne zmieniające procesy fizjologiczne w tkankach. Efekt leczniczy wymaga często wielokrotnego wywoływania odczynów.

GALWANIZACJA

Zabieg elektryczny wykorzystujący prąd stały. Nazwa pochodzi od Luigi Galvaniego.

Rodzaje elektrod

- Elektrody płaskie
- Elektrody specjalne:
 - dyskowa (na okolice gałek ocznych, uszu)

- wałeczkowa (galwanizacja labilna)
- Bergoniego, tzw. półmaska (na okolice twarzy)

Podział galwanizacji

1. Ze względu na ułożenie elektrod

- podłużne
- poprzeczne

2. Ze względu na sposób wykonywania zabiegu

- stabilne
- labilne

3. Ze względu na elektrodę czynną

- katodowe
- anodowe

Elektroda czynna (lecnicza) – wywołuje efekt leczniczy. **Elektroda bierna** – zamyka obwód.

Ułożenie elektrod:

- poprzeczne – występują dwa opory związane z warstwowym ułożeniem tkanek o różnym przewodnictwie
- podłużne – opór tkanek jest mniejszy

Rozmiar elektrody decyduje o gęstości prądu (stosunek natężenia prądu do powierzchni elektrody w cm²): $J = I / S$ (I – natężenie, S – powierzchnia elektrody).

Przykładowe sugerowane natężenia w zależności od powierzchni elektrody:

- 24 cm² – 2,5 mA
- 36 cm² – 3,5 mA
- 7,2 cm² – 7 mA

Aby upewnić się, że wartości nie są przekroczone, należy podzielić natężenie skuteczne prądu przez powierzchnię elektrody (cm²); otrzymana wartość powinna być mniejsza niż 2 mA/cm².

Czas trwania

- od 10 do 30 min (przeciętnie 15 min)
- codziennie lub co 2 dni
- cykl: 10-20 zabiegów

Działanie brzegowe - nadmierne zagęszczenie prądu na krawędziach elektrod, objawiające się silnym odczynem naczyniowym lub uszkodzeniem tkanki. Może wystąpić, gdy powierzchnie elektrod nie są równe lub podkład nie przylega.

Lecznicze zastosowanie

ANODA KATODA

- przeciwbólowe - przekrwienie
- proces zapalny - wpływa stymulująco

Dawka zależy od

- powierzchni elektrody czynnej
- czasu trwania
- rodzaju i umiejscowienia schorzenia

Dawka słaba: 0,001-0,1 mA/cm² - stosowana przy:

- użyciu małych elektrod (10-20 cm²)
- stadium podostrym schorzenia
- długotrwałym przepływie prądu

Dawka średnia: do 0,5 mA/cm². Dawka mocna: od 0,5 mA/cm² - stosowana przy:

- użyciu dużych elektrod
- przewlekłych schorzeniach
- krótkotrwałym przepływie prądu

Wskazania

- nerwobóle
- przewlekłe zapalenia nerwów, korzeni, splotów
- zespoły bólowe w chorobie zwyrodnieniowej
- zaburzenia krążenia obwodowego
- porażenia wiotkie
- prąd o małej mocy wpływa na zakrzepy naczyniowe oraz przyspiesza zrost kostny

Przeciwwskazania

- ropne zapalenie skóry i tkanek miękkich
- wypryski
- stany gorączkowe
- zaburzenia czucia
- choroby tarczycy
- porażenie spastyczne
- ciąża
- nowotwory
- czynna gruźlica

Ostrożność

- stosowanie galwanizacji w okolicy klatki piersiowej i kończyn górnych u osób z wszczepionym rozrusznikiem serca
- zmiany chorobowe w okolicy głowy i serca – miejsca wrażliwe
- nie stosować w miejscach, w których kości zostały zespolone metalem
- biegun (+) wpływa niekorzystnie na uszkodzone włókna nerwowe

Zasady prawidłowego wykonywania galwanizacji

- przestrzeganie wskazań lekarza
- wykonywać tylko na zlecenie lekarza
- sprawdzić czucie powierzchniowe pacjenta; przy zaburzeniach czucia zachować ostrożność
- oczyścić skórę i odtłuścić alkoholem
- pacjent powinien zachować spokój
- w miejscu ubytku skóry nałożyć podkład i osłonić miejsce folią
- przestrzegać czystości podkładu
- pozostać w kontakcie z pacjentem
- zmiany natężenia prądu wykonywać płynnie i bardzo wolno
- sprawna aparatura

JONOFOREZA I FONOFOREZA

Transdermalny system terapeutyczny (TTS) – wprowadzenie substancji leczniczej przez naskórek i skórę właściwą. Wyróżnia się w TTS wprowadzanie bierne i czynne.

- bierne (systemy membranowe) – leki przenikają spod specjalnych błon na skórę
- czynne – jonoforeza i fonoforeza

Jonoforeza

Metoda podawania leków wykorzystująca przemieszczanie się jonów w polu elektrycznym. Jony wprowadzane przez skórę przemieszczają się głównie drogą przewodów potowych i mieszków włosowych. Jony o ładunku zgodnym z elektrodą są odpychane i przemieszczają się wg biegunowości. Należy zwracać uwagę na jony konkurencyjne (duża ruchliwość) oraz jony pasożytnicze (zanieczyszczenia roztworu lub skóry).

Technika

- skóra odtłuszczona i oczyszczona
- zabieg wykonywany po zaprzestaniu stosowania maści (zwykle tydzień)
- podkład lekowy – gaza grubości ok. 0,5 cm nasyczona roztworem leku lub przykrywająca naniesiony żel
- elektroda dopasowana do obszaru zabiegowego
- folia, opaska mocująca
- czas zabiegu zwykle 15 minut; przy histaminie lub adrenalinie 3-5 minut
- natężenie często 0,1 mA/cm²

Fonoforeza

Metoda wprowadzania leku za pomocą ultradźwięków. W obszarze skóry poddanej ultradźwiękom zachodzą:

- miejscowe zmiany temperatury
- zmiana ciśnienia wewnątrzkomórkowego
- zjawiska kawitacji (powstawanie pęcherzyków gazowych w płynach pod wpływem zmian ciśnienia)

Efekty te ułatwiają przenikanie substancji leczniczych do tkanek podskórnych.

Korzyści TTS

- ominięcie przewodu pokarmowego (brak kontaktu z enzymami i barierami błony śluzowej)
- bezpośrednie wprowadzenie do krążenia obwodowego – ograniczenie pierwszego przejścia przez wątrobę
- możliwość przedłużenia działania substancji o krótkim okresie półtrwania
- możliwość przerywania aplikacji w dowolnym momencie
- miejscowe działanie ograniczone do struktur objętych procesem chorobowym

Wady TTS

- uczulenia, podrażnienia
- ograniczona możliwość pomiaru intensywności i głębokości przenikania
- brak standaryzacji technik
- niepewność co do wielkości efektu miejscowego i systemowego

Wskazania do stosowania TTS

- gdy inne drogi podania są przeciwwskazane lub nietolerowane
- gdy wskazane jest podanie leku do tkanki o niskim unaczynieniu
- wskazane miejscowe uzupełnienie terapii (np. przeciwzapalne)
- wskazane wykorzystanie efektów prądu elektrycznego niezależnie od farmakoterapii

Kryteria doboru

Jonoforezę stosujemy zazwyczaj przy zmianach powierzchownych i połączonych z bólem – mniejsza głębokość przenikania. Fonoforezę stosujemy przy zmianach głębokich, gdy uzasadnione jest wykorzystanie ciepła i stymulacja procesów naprawczych.

Czynniki wpływające na skuteczność

Jonoforeza:

- rodzaj leku (lek musi dysocjować)
- stężenie leku
- natężenie i czas działania pola elektrycznego (większe natężenie i czas → większe przenikanie)
- właściwości skóry (uwodnienie, ukrwienie)
- efekt depozytowy (gromadzenie jonów w skórze)

Fonoforeza:

- masa cząsteczkowa leku (przenikanie odwrotnie proporcjonalne do masy)
- stężenie leku
- podłoże leku (żel, maść powinny dobrze przewodzić)
- zwiększenie przepuszczalności naskórka przez substancję
- oddziaływanie termiczne
- dobór mocy i częstotliwości ultradźwięków
- sposób ekspozycji: ciągła lub impulsowa (impulsowa → mniejsze nagrzewanie)
- czas ekspozycji (dłuższy czas → większa dawka)

- typowy czas zabiegu ok. 10-15 minut

Ocena skuteczności

- wstępna ocena po 4-5 dniach od zabiegu
- w neurologii ocena po 5 dniach
- uwzględnienie zmian skórnych, zakresu ruchu, powierzchni owrzodzenia
- zmniejszenie bólu
- przy braku zmian po 8-10 zabiegach – odstąpić lub wykonać kolejne 5-6 i podjąć decyzję
- w razie braku efektu – zmienić lek lub terapię

Cel stosowania

- efekt przeciwbólowy i przeciwzapalny
- poprawa ukrwienia
- resorpcja płynów
- pobudzenie tkanki do regeneracji
- przeciwdziałanie zrostom i przykurczom

Wskazania

- stany pourazowe (stłuczenia, zwichnięcia, skręcenia, krwiaki, stany zapalne, zrosty pooperacyjne)
- zespół Sudecka

Stosowane środki

- lidokaina (przeciwból)
- heparyna
- leki przeciwzapalne
- połączenia leków znieczulających miejscowo i przeciwzapalnych (np. salicylany)
- hialuronidaza (przeciwobrzękowo, zmiękcza bliznowacenia)
- jod (rozmiękczenie tkanki)

Zabiegi wykonuje się po ustąpieniu stanu ostrego, zwykle po 4-5 dniach.

- stany przeciążeniowe (mikrourazy) – znieczulenie miejscowe, przeciwzapalne
- przewlekłe procesy zapalne
- procesy gojenia i regeneracji
- owrzodzenia – cynk, hialuronidaza, histamina
- zespół Sudecka (wapń)

- blizny i zrosty (jod, heparyna)

Przeciwwskazania

1. Wynikające ze stosowania leku:

- uczulenia na salicylany
- w przypadku histaminy i lidokainy – próba uczuleniowa
- nie stosować histaminy u pacjentów z alergią lub astmą oskrzelową
- stosowanie leku od małych dawek

2. Wynikające ze stosowania prądu:

- uszkodzenia skóry
- infekcje
- zakrzepowe zapalenie żył
- ostra gorączka, infekcje
- ciąża
- nietolerancja

KĄPIELE ELEKTRYCZNO-WODNE (kąpiele Stangera)

Zabiegi, w których część lub całe ciało znajdujące się w kąpielu wodnej poddaje się działaniu prądu stałego.

Rodzaje kąpieli

- kąpiel elektryczno-wodna całkowita
- kąpiel elektryczno-wodna częściowa

Rodzaje bodźców łączone w kąpielach

- elektryczny (prąd stały)
- termiczny (temperatura)
- mechaniczny (ciśnienie hydrostatyczne)
- chemiczny (dodatki ziół lub soli mineralnych)

Wpływ kąpieli na organizm

- rozszerzenie naczyń obwodowych
- regulacja ciśnienia krwi

- zwiększenie napięcia mięśniowego
- tonizujący lub pobudzający wpływ na układ nerwowy
- zwiększenie progu odczuwania bólu

KĄPIEL ELEKTRYCZNO-WODNA CAŁKOWITA - efekt zależy od:

- natężenia prądu
- czasu trwania
- temperatury wody
- stopnia zanurzenia

Metodyka zabiegu

1. Kąpiel przeprowadza się w specjalnej wannie izolacyjnej z wbudowanymi elektrodami węglowymi (zwykle kilka elektrod po bokach i jedna przy głowie i stopach). Możliwe są liczne kombinacje przepływu prądu.
2. Można stosować podłużny lub poprzeczny przepływ prądu.

Podłużny:

- wstępujący przepływ prądu (katoda przy karku, anoda przy stopach) – działanie pobudzające
 - zstępujący przepływ prądu (anoda przy karku, katoda przy stopach) – działanie rozluźniające
3. Wannę wypełnia się wodą o temperaturze 34-38°C; elektrody powinny być całkowicie zanurzone. Czasami stosuje się dodatki mineralne (element jonoforezy).
 4. Prąd stały uzyskuje się ze specjalnego zasilacza wmontowanego w wannę; przełączniki pozwalają na podłączenie biegunów.
 5. Pod grzbiet pacjenta podkładamy gumową poduszkę, głowę opieramy na podgłówku.
 6. Dopiero po 5 minutach od zanurzenia można ustawić dawkę natężenia.
 7. Po zabiegu zmniejszyć prąd do 0 i wyłączyć zasilanie.

Dawka

- Całkowita kąpiel → 20-50 mA
- Czas trwania → 5-15 minut
- Częstotliwość → 2 razy w tygodniu

Zasady obowiązujące

1. Wanna powinna być ustawiona z dala od instalacji wodnej; odpływ nie powinien mieć bezpośredniego połączenia z rurą ściekową.
2. Elektrody w postaci płyt węglowych umieszczone wewnątrz wanny są odizolowane od pacjenta.
3. Przed zabiegiem poinstruować pacjenta, aby nie wyciągał kończyn z wody, nie dotykał ścian wanny, nie wychodził z wody sam przed wyłączeniem prądu i nie ruszał się w wannie (ryzyko skurczu).
4. Pacjent nie powinien mieć na sobie przedmiotów metalowych.
5. Zapewnić prawidłowe zaprogramowanie przepływu prądu; natężenie zwiększać powoli do momentu, gdy pacjent zgłasza dyskomfort.
6. Terapeuta nie powinien opuszczać wanny w trakcie zabiegu ani wkładać rąk do wody czy dolewać wody.

KĄPIELE CZĘŚCIOWE

Rozróżniamy kąpiele jedno-, dwu-, trzy- i czterokomorowe.

- Stosowane, gdy kąpiel całkowita jest przeciwwskazana (mniejsze obciążenie dla układu krążenia).
- W kąpielach częściowych prąd przepływa przez ciało stale, dlatego natężenie jest niższe niż w kąpeli całkowitej.
- Kierunek przepływu prądu może być wstępujący lub zstępujący.
- Kąpiele wykonywane są przy pomocy specjalnego zestawu zawierającego urządzenie zasilające, zbiorniki na wodę i miejsca na elektrody.

CZTEROKOMOROWA WSTĘPUJĄCA

1. Biegun ujemny źródła prądu połączony z wanienkami dla kończyn górnych (KKG).
2. Biegun dodatni połączony z wanienkami dla kończyn dolnych (KKD).

Działanie:

- zwiększenie pobudliwości OUN
- zwiększenie odpływu krwi żyłnej z KKD i narządów wewnętrznych
- zwiększenie dopływu krwi tętniczej do płuc i KKG

CZTEROKOMOROWA ZSTĘPUJĄCA

1. Biegun ujemny połączony z wanienkami dla KKD.

2. Biegun dodatni połączony z waniankami dla KKG.

Działanie:

- obniżenie pobudzenia OUN
- zwiększenie dopływu krwi z krążenia małego do serca
- zwiększenie odpływu krwi żyłnej z płuc i KKG
- zwiększenie dopływu krwi tętniczej z narządów wewnętrznych

Metodyka zabiegu

- wanianki napełnione wodą do 2/3 objętości
- temperatura wody 34-37°C
- ustalić wysokość siedziska
- pacjent zanurza najpierw KKD, potem KKG
- po zanurzeniu poziom wody powinien sięgać:
 - KKG – powyżej stawu łokciowego
 - KKD – poniżej stawu kolanowego
- natężenie prądu: 10-30 mA
- czas: 10-20 minut
- przed zabiegiem wykonać próbę przepływu prądu
- przy pierwszych zabiegach stosować niższe dawki i stopniowo zwiększać
- szczególna ostrożność u osób wrażliwych, osłabionych, z chorobami naczyniowymi lub nadciśnieniem
- po zabiegu pacjent powinien odpocząć w poczekalni
- skórę na granicy zanurzenia przetrzeć wazeliną (miejsce, gdzie gromadzi się prąd)
- oczyścić elektrody po zabiegu

KĄPIEL JEDNOKOMOROWA

- wykonywana dla jednej kończyny
- może być jednobiegunowa (obie elektrody czynne, elektrody bierne płaskie 100-300 cm² dla KKG na barku, dla KKD w okolicy pośladkowej)
- może być dwubiegunowa (obie elektrody połączone z różnoimiennymi biegunami → poprzeczny przepływ prądu)
- czas: 10-15 minut
- natężenie: 6-15 mA

KĄPIELE DWUKOMOROWE

- wykonywane gdy zmiany chorobowe dotyczą obu KKG lub KKD, lub KKG i KKD po tej samej stronie

- możliwe warianty ustawienia biegunów dla różnych komór

Wskazania do kąpieli

1. Ze względu na poprawę ukrwienia

- czynnościowe zaburzenia ukrwienia (zimne ręce)
- choroba Raynauda
- miażdżyca zarostowa tętnic (okres II-III wg Fontaine'a)

2. Ze względu na działanie przeciwbólowe

- polineuropatia
- zapalenie nerwów
- RZS w okresie niezapalnym
- zmiany zwyrodnieniowe
- zapalenia okołostawowe
- nerwobóle
- zespoły korzeniowe (rwy)

3. Ze względu na poprawę trofiki tkanek

- osteoporoza
- przedłużony proces gojenia
- urazy

4. Ze względu na działanie rozluźniające

- przeciążenia mięśni
- stany wyczerpania

5. Inne

- porażenia wiotkie (K w obrębie karku)
- porażenia spastyczne (A w obrębie karku)
- zaburzenia nerwowo-vegetatywne
- nadmierna potliwość rąk i stóp
- dolegliwości przekwitania

Przeciwwskazania

- niewydolność krążenia

- nadciśnienie płucne
- stany gorączkowe
- choroby skóry
- ostre stany zapalne
- rozrusznik serca
- metalowe implanty

PRĄDY IMPULSOWE MAŁEJ CZĘSTOTLIWOŚCI

Szereg prądów złożonych z impulsów elektrycznych o różnej częstotliwości (0,5–4000 Hz), powstających na podłożu przerywanego prądu stałego.

Parametry

- czas trwania impulsu
- czas narastania
- czas opadania – osiągnięcie wartości zerowej
- amplituda natężenia impulsu
- częstotliwość – mierzona okresem

Miarą natężenia serii impulsów jest wartość średnia natężenia obliczana wzorem: $I_{sr} = (i_s * t_{trw}) / T$ (gdzie T to okres).

Współczynnik wypełnienia

- stosunek czasu trwania impulsu do okresu: t_{imp} / T , gdzie $T = t_{imp} + t_{przerwy}$
- określa stopień wypełnienia przebiegu prądu impulsowego
- gdy czas impulsu i przerwy są równe, współczynnik = 0,5
- wydłużenie przerwy obniża współczynnik wypełnienia; wydłużenie impulsu – zwiększa
- przykład: $t_{imp} = 10 \text{ ms}$, $T = 25 \text{ ms} \rightarrow \text{współczynnik} = 10/25 = 0,4$

Częstotliwość

Jeżeli czasy trwania impulsu i przerwy są $< 1 \text{ s}$, częstość podaje się w Hz (impulsów/s).
Jeżeli $> 1 \text{ s}$, można podawać w impulsach na minutę z odpowiednim przeliczeniem.

Kształty impulsów i prądów

- GALWANICZNY PRZERYWANY
- PRĄD ZMIENNY SINUSOIDALNY

- PRĄD ZMIENNY SINUSOIDALNY WYPROSTOWANY
- FARADYCZNY
- NEOFARADYCZNY
- IMP PROSTOKĄTNY
- IMP TRÓJKĄTNY
- IMPULSOWY EKSPONENCJALNY
- THREBERTA
- WYSOKONAPIĘCIOWY
- MIKROAMPEROWY

Podstawowe formy prądu impulsowego

Prąd jednokierunkowy, jednobiegunowy – zmienne natężenie w czasie; zachowuje się podobnie do prądu stałego, każdy impuls pobudza mięśnie i tkanki. Prąd dwubiegunowy, dwukierunkowy – zmienność biegunów zależna od częstotliwości (np. 100 Hz → 100 zmian biegunów/s).

- symetryczny – impulsy po obu stronach linii zerowej mają takie same parametry
- asymetryczny – różne parametry po obu stronach linii zerowej

Sposoby zwiększania ładunku elektrycznego

- zwiększenie amplitudy
- zwiększenie szerokości impulsu
- skrócenie przerw między impulsami

Ważniejsze częstotliwości

- ~10 Hz – skurcz pojedynczy
- 10-20 Hz – skurcze tężcowe niezupełne
- 20-80 Hz – skurcz tężcowy zupełny
- 90-200 Hz – rozluźnienie mięśni
- 2-10 Hz – uwalnianie endorfin (działanie przeciwbólowe)
- 50-100 Hz – działanie mechanizmu bramki (teoria bramki kontroli bólu)
- <10 Hz – pobudzenie włókien sympatycznych (napiecie ścian naczyń)
- 10-20 Hz – pobudzenie mięśniówki jelit (część parasympatyczna)