

# Klasifikace snímků DaTscan pomocí CNN: Preprocessing obrazových dat a jejich generování metodou Monte Carlo

Ing. Kateřina Chytrá<sup>1,2</sup>

Školitel: Ing. Jiří Trnka, PhD.<sup>1,3</sup>

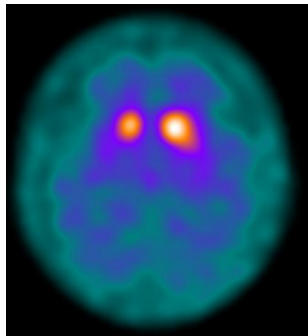
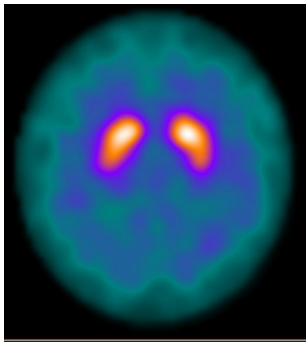
Školitel-specialista: Ing. Jiří Terš<sup>1,2</sup>

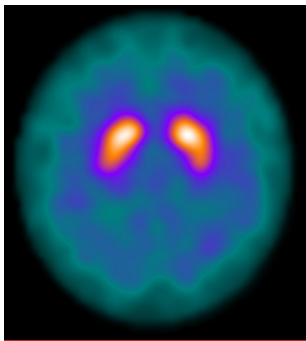
<sup>1</sup> KDAIZ, FJFI ČVUT v Praze

<sup>2</sup> Institut klinické a experimentální medicíny

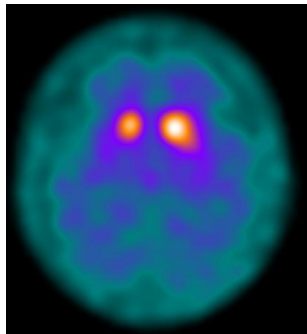
<sup>3</sup> Všeobecná fakultní nemocnice v Praze

[chytrkat@fjfi.cvut.cz](mailto:chytrkat@fjfi.cvut.cz)





Normální nález

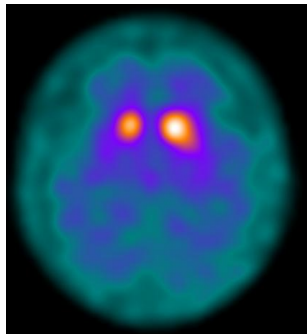
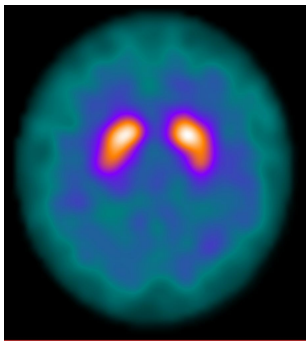


Abnormální nález

## Indikace vyšetření

Podezření na Parkinsonův syndrom - symptomy:

- bradykinesie, rigidita, posturální nestabilita
- téměř neustálý tremor



## Indikace vyšetření

Podezření na Parkinsonův syndrom - symptomy:

- bradykinesie, rigidita, posturální nestabilita
- téměř neustálý tremor

## Princip vyšetření

Radiofarmakum:  $^{123}\text{I}$ -ioflupane (analog kokainu)

Vychytáváno: transportéry dopaminu (DaT) v bazálních gangliích

Aplikovaná aktivita: á 185 MBq

## Indikace vyšetření

Podezření na Parkinsonův syndrom - symptomy:

- bradykinesie, rigidita, posturální nestabilita
- téměř neustálý tremor

## Princip vyšetření

Radiofarmakum:  $^{123}\text{I}$ -ioflupane (analog kokainu)

Vychytáváno: transportéry dopaminu (DaT) v bazálních gangliích

Aplikovaná aktivita: á 185 MBq

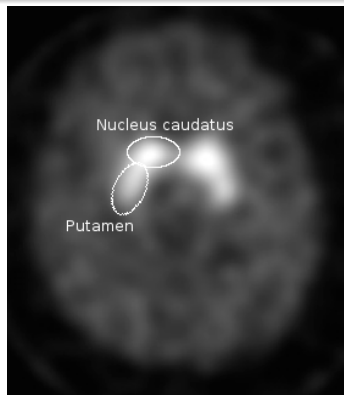
## Výsledek vyšetření

Stanovení míry akumulace RF v bazálních gangliích → určení příčiny symptomů

- neurodegenerativní X psychogenický X medikamentózní X esenciální tremor

## Striatal binding ration

$$C_{gang} = \frac{\overline{N_{gang}} - \overline{N_{bcg}}}{\overline{N_{bcg}}} \quad (1)$$



## Parametry ovlivňující kvantifikaci



## Parametry ovlivňující kvantifikaci

- Lékař: subjektivita - zakreslení ROI,

## Parametry ovlivňující kvantifikaci

- Lékař: subjektivita - zakreslení ROI,
- Rekonstrukce: FBP x Iterativní, filtrace (pre/post),

## Parametry ovlivňující kvantifikaci

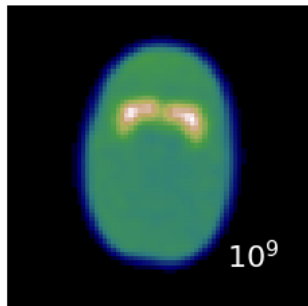
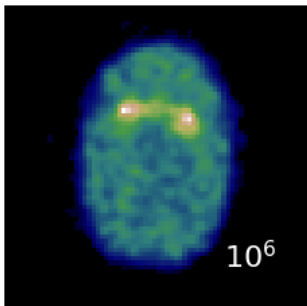
- Lékař: subjektivita - zakreslení ROI,
- Rekonstrukce: FBP x Iterativní, filtrace (pre/post),
- Gamma kamera:

## Parametry ovlivňující kvantifikaci

- Lékař: subjektivita - zakreslení ROI,
- Rekonstrukce: FBP x Iterativní, filtrace (pre/post),
- Gamma kamera:
  - sensitivita,

## Parametry ovlivňující kvantifikaci

- Lékař: subjektivita - zakreslení ROI,
- Rekonstrukce: FBP, OSEM, ML-EM, MAP, ...
- Garancovaná přesnost: ...
- ...



## Parametry ovlivňující kvantifikaci

- Lékař: subjektivita - zakreslení ROI,
- Rekonstrukce: FBP x Iterativní, filtrace (pre/post),
- Gamma kamera:
  - sensitivita,
  - prostorové rozlišení,

## Parametry ovlivňující kvantifikaci

- Lékař: subjektivita - zakreslení ROI,
- Rekonstrukce: FBP x Iterativní, filtrace (pre/post),
- Gamma kamera:
  - sensitivita,
  - prostorové rozlišení,
  - efekt částečného objemu,

## Parametry ovlivňující kvantifikaci

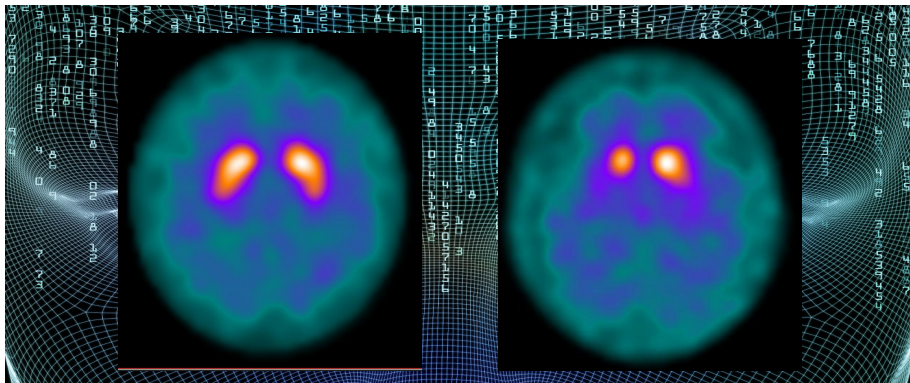
- Lékař: subjektivita - zakreslení ROI,
- Rekonstrukce: FBP x Iterativní, filtrace (pre/post),
- Gamma kamera:
  - sensitivita,
  - prostorové rozlišení,
  - efekt částečného objemu,
- Pacient: uptake



Lze vytvořit autonomní systém na vyhodnocení?



Lze vytvořit autonomní systém na vyhodnocení?

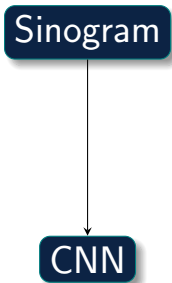


Normální nález

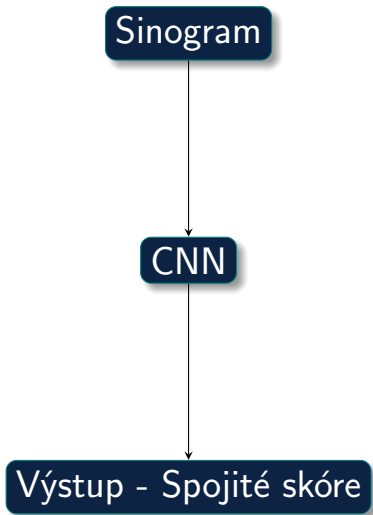
Abnormální nález

## Sinogram

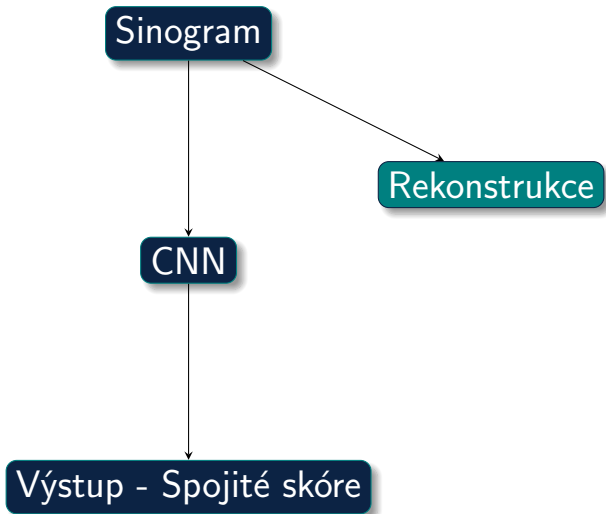
# Schéma algoritmu pro vyhodnocení DaTscan



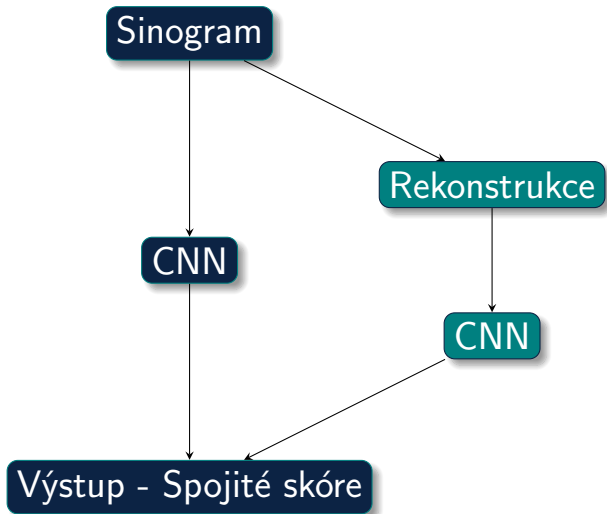
# Schéma algoritmu pro vyhodnocení DaTscan



# Schéma algoritmu pro vyhodnocení DaTscan



# Schéma algoritmu pro vyhodnocení DaTscan



# Matematický generátor DaTscan projekcí

Autor: Ing. Jiří Trnka, PhD.

Vstup = binární mapy - 176 řezů

- 45 reálných pacientů



Proces

- náhodně kombinace mozek + bazální ganglia + degenerace
- Poissonovský šum
- Radonova dopředná transformace



# MC generátor DaTscan projekcí

Vstup = binární mapy - 176 řezů

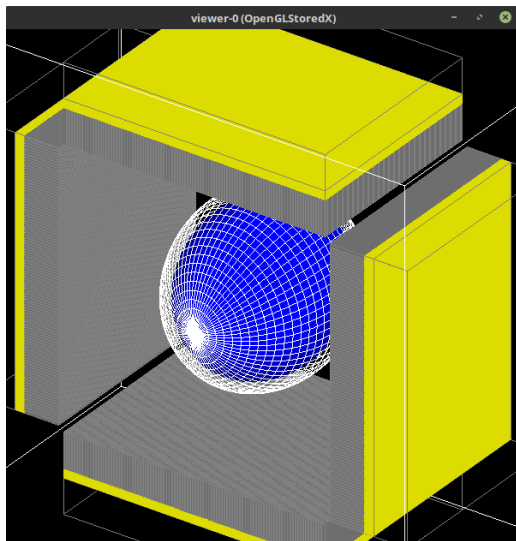
- 45 reálných pacientů



Proces

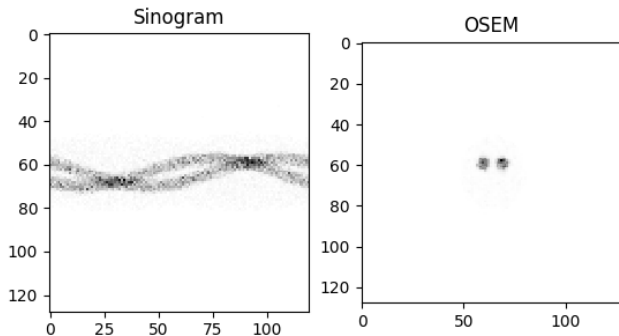
- náhodně kombinace mozek + bazální ganglia + degenerace
- MC

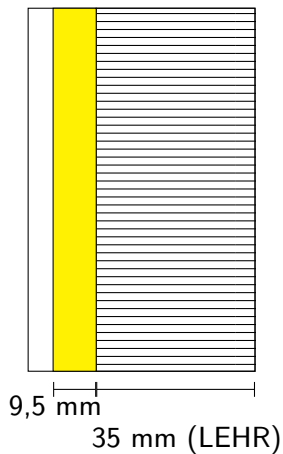
# Monte Carlo v programu Gate






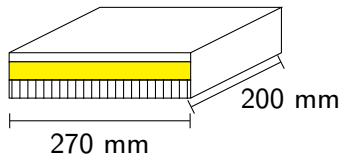
# Monte Carlo v programu Gate

bcg: 1112 kBq, gang: 341 kBq

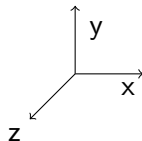




-  krystal NaI
-  kolimátor
-  back compartment



Rovina projekce: ZX



## Readout

- TakeEnergyWinner (default)
- TakeEnergyCentroid - korektní modelování PMT, nelze použít - bug v kódu

## Ukázka skriptu: Energetické rozlišení

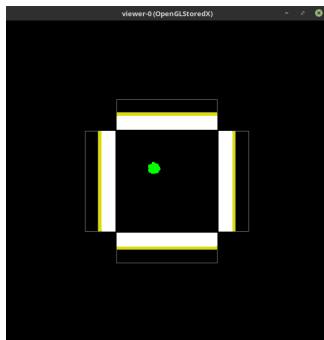
```
/gate/digitizer/Singles/insert blurring  
/gate/digitizer/Singles/blurring/setResolution 0.10  
/gate/digitizer/Singles/blurring/setEnergyOfReference 159.  
keV
```

Další možnosti:

- mrtvá doba
- prostorové rozmazání
- ...

# Účinnost simulace

$N_{inp}$	$\max N_{det}/px$	$t_{sim}$	$N_{proj}$
$10^6$	5	1,36 min	4



# Účinnost simulace

$N_{inp}$	$\max N_{det}/px$	$t_{sim}$	$N_{proj}$
$10^6$	5	1,36 min	4
$10^6$	5		120

# Účinnost simulace

$N_{inp}$	$\max N_{det}/px$	$t_{sim}$	$N_{proj}$
$10^6$	5	1,36 min	4
$10^6$	5	41 min	120



# Účinnost simulace

$N_{inp}$	$\max N_{det}/px$	$t_{sim}$	$N_{proj}$
$10^6$	5	1,36 min	4
$10^6$	5	41 min	120
	550		120

# Účinnost simulace

$N_{inp}$	$\max N_{det}/px$	$t_{sim}$	$N_{proj}$
$10^6$	5	1,36 min	4
$10^6$	5	41 min	120
$10^8$	550		120

# Účinnost simulace

$N_{inp}$	$\max N_{det}/px$	$t_{sim}$	$N_{proj}$
$10^6$	5	1,36 min	4
$10^6$	5	41 min	120
$10^8$	550	68 dní	120

## Fixed Forced Detection SPECT

## Fixed Forced Detection SPECT

⊖ Gate v8.0 tento Actor nezná

# VRT: Triky na urychlení výpočtu

## Fixed Forced Detection SPECT

⊖ Gate v8.0 tento Actor nezná

## Funkce úhlové odezvy

ARF = Angular Response Functions

- 1 generování ARF dat pro danou geometrii
- 2 výpočet ARF tabulek z vygenerovaných dat

# VRT: Triky na urychlení výpočtu

## Fixed Forced Detection SPECT

- ⊖ Gate v8.0 tento Actor nezná

## Funkce úhlové odezvy

ARF = Angular Response Functions

- 1 generování ARF dat pro danou geometrii
- 2 výpočet ARF tabulek z vygenerovaných dat

## Nevýhody

- ⊖ závislost na vzdálenosti zdroje od detektoru
- ⊖ validace

## Monte Carlo generátor

- počítáno v MetaCentru
- pomalý → matematický generátor



## Monte Carlo generátor

- počítáno v MetaCentru
- pomalý → matematický generátor

## Proč simulovaná data?

- Vím přesnou míru degenerace.
- U reálných pacientů neznáme skutečný stav. Pouze odhadujeme.

Děkuji za pozornost!

