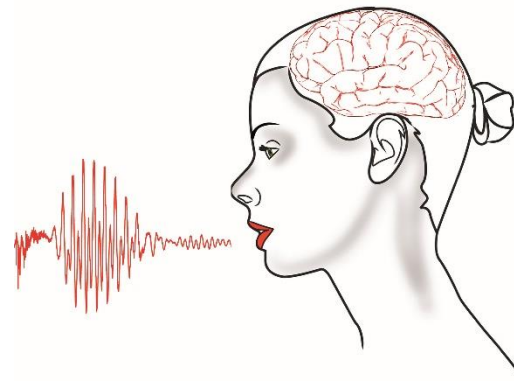


# Výzkum poruch řeči u neurodegenerativních onemocnění



**Jan Rusz**



## Řeč

*“Když člověk poprvé vsadí do země sazeničku, chodí se na ni dívat třikrát denně.”*

(Karel Čapek 1998)

Přečtení věty v nadpisu:

- $\approx 8$  pohybů / sekundu
- řeč je koordinována pomocí přibližně 100 svalů
- **nejkomplexnější lidská motorická dovednost** (Duffy 2013)

## Motorické poruchy řeči (dysartrie)

- extrémně sensitivní k onemocněním centrální nervové soustavy
- změny v řeči mohou být prvním nebo dokonce jediným projevem neurologického onemocnění
- rozpoznání typu jednotlivých poruch řeči nám může dát vodítko k postižené části mozku a tudíž ke správné diagnóze neurologického onemocnění
- kvantitativní marker, produkci řeči můžeme rozdělit až na 40 různých aspektů: hlasitost, intonace, plynulost, artikulace samohlásek atd.

# Dysartrie

- konstelace specificky postižených řečových dimenzí důsledkem postižení nervového systému

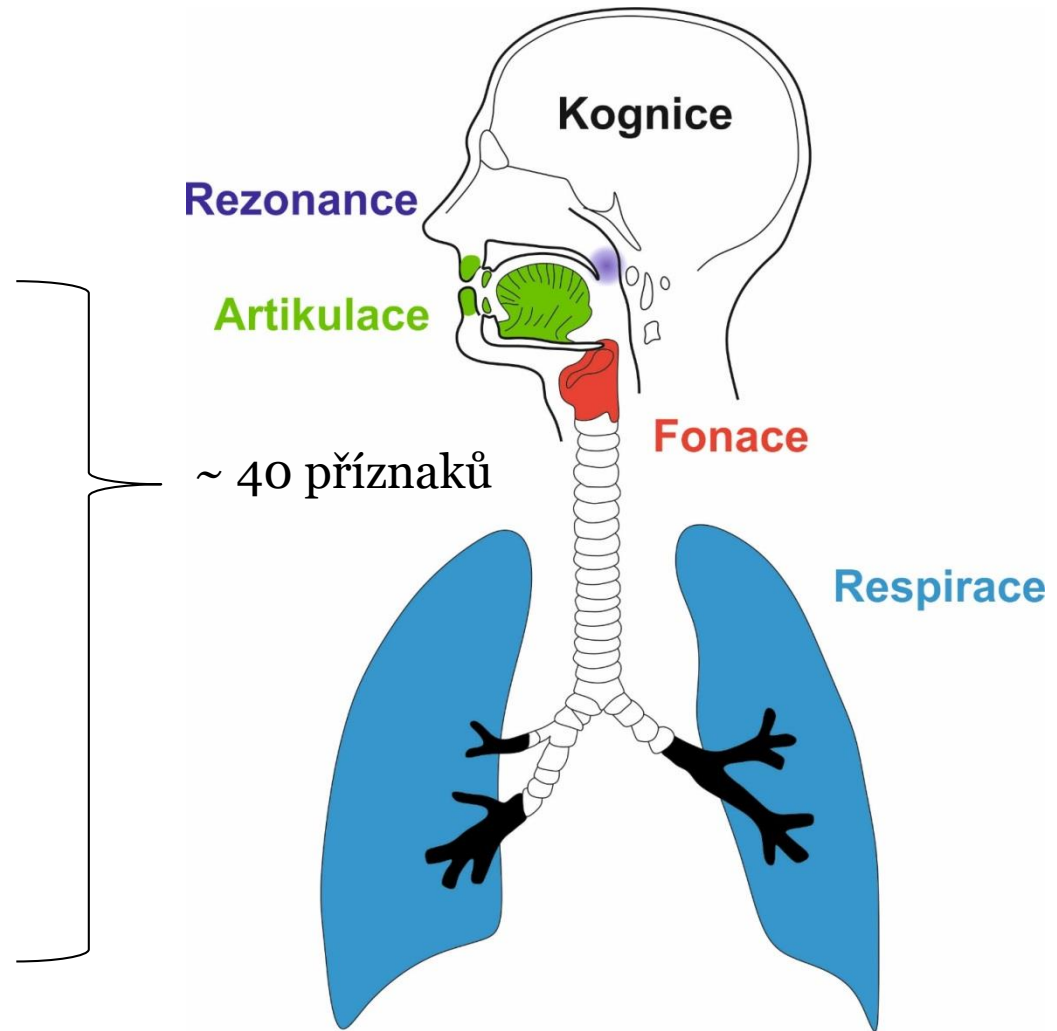
Základní subtypy dysartrie:

- **bulbární** (kraniální a spinální nervy): *amyotrofická laterální skleróza*
- **spastická** (pyramidová dráha): *cévní mozkové příhody*
- **ataktická** (mozeček): *Friedrichova ataxie, spinocerebelární ataxie*
- **hypokinetická** (basální ganglia, nigrostriatální): *Parkinsonova nemoc*
- **hyperkinetická** (basální ganglia, různé subtypy): *Huntingtonova nemoc*
- **porucha řeči se v rámci onemocnění rozvine u 90–100% pacientů s Parkinsonovou a Huntingtonovou nemocí**

# Jak se řeč měří?

*Rěčové úlohy:*

- **Prodloužená fonace**
  - Hlávka /a/
  - Hlávka /i/
- **Opakování slabik**
  - Diadochokinetický test
  - Rytmičkéý test
- **Plynulá řeč**
  - Čtení textu
  - Monolog
  - Opakování slov / vět



# Vyšetření řeči

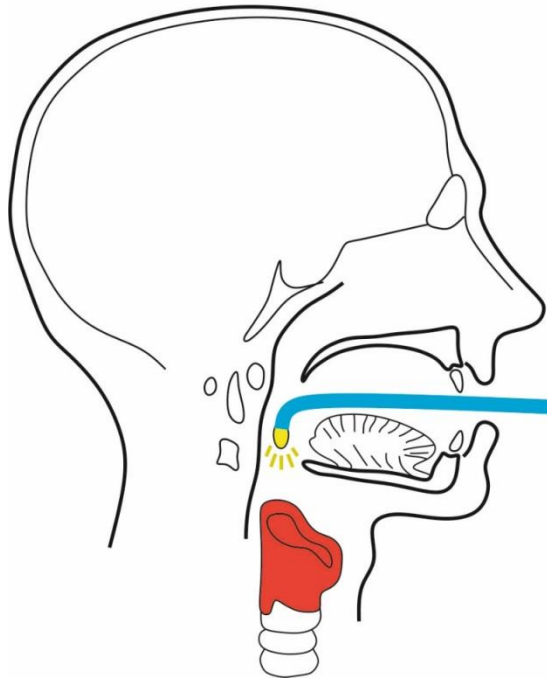
- **poslechová hodnocení** (gold standard)
- **akustické analýzy**
- **fyziologická měření**
  - videostroboskopie hlasivek
  - kinematická měření rtů, jazyka a čelisti
  - elektromyografie svalů zapojených při produkci řeči



## Poslechová hodnocení řeči

- zachycují jednotlivé řečové subsystémy během specifických řečových úloh
- hodnocení v několika doménách (respirace, fonace, diadochokineze, artikulace, prosodie, srozumitelnost)
- **nevýhody:**
  - nepřesné (ordinální škály, např. 0-5)
  - subjektivní (potřeba více hodnotitelů, výrazně se mohou lišit mezi více hodnotiteli)
  - časově náročné
- **nevhodné k zachycení:**
  - mírných poruch řeči u brzkých stádií onemocnění
  - mírných změn v řeči (např. po terapii)
  - některých aspektů řeči maskovaných vyšší tíží dysartrie
  - některých poslechově nevnímatelných aspektů řeči

# Videolaryngoskopie: jak vypadají hlasivky?

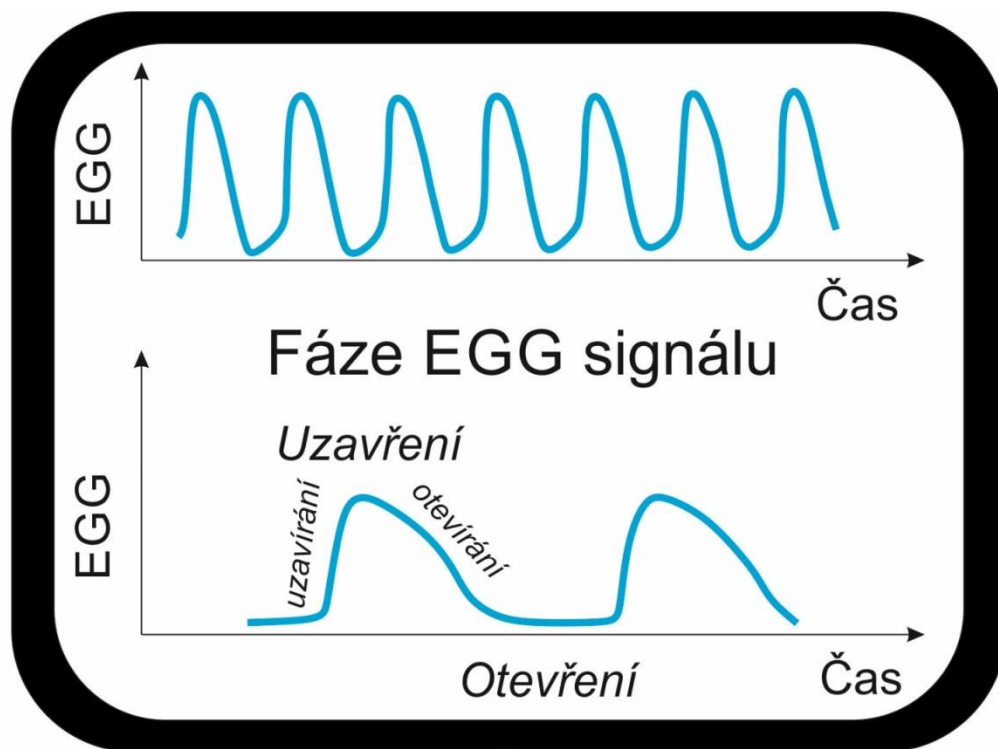
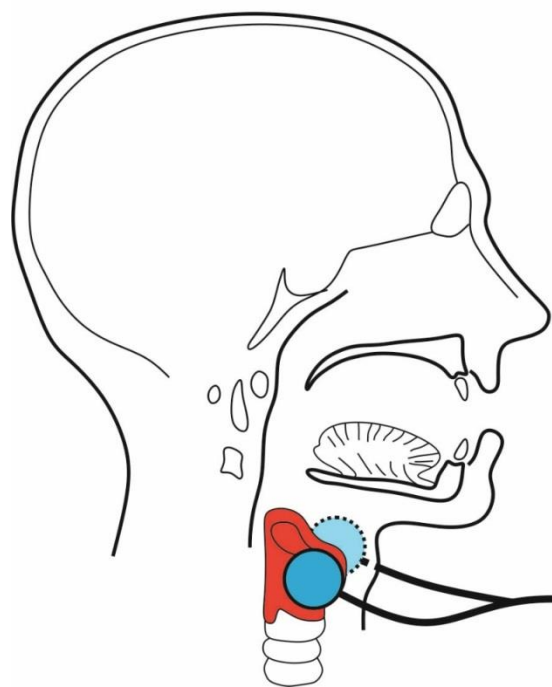


**Videolaryngoskop**

(Reinaldo Kazuo Yazaki [2016](#))



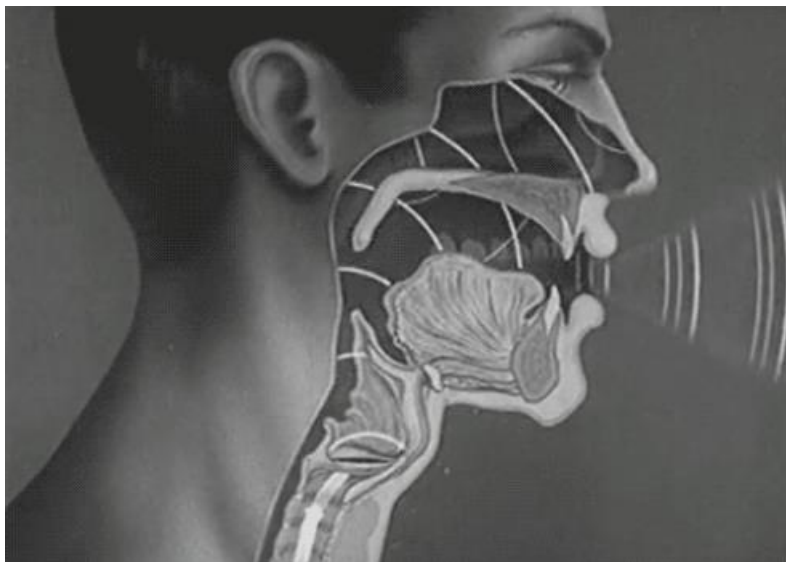
# Elektroglotografie: měření hlasivkových pulsů



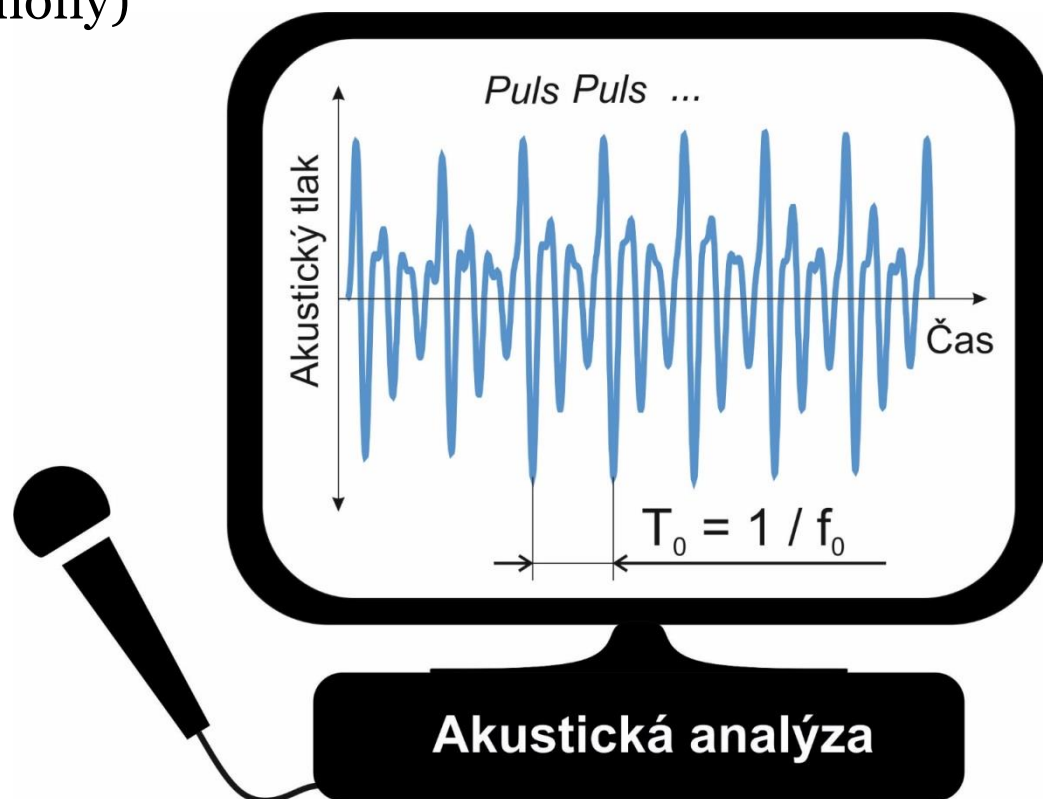
**Electroglotograf**

## Akustická analýza: pulsy rezonují v dutinách

- **objektivní** (nepotřebujeme více hodnotitelů)
- **přesné** (zachytí i mírné změny)
- **automatizovatelné** (neinvazivní, zdarma)
- **vzdálené sledování** (smartphony)

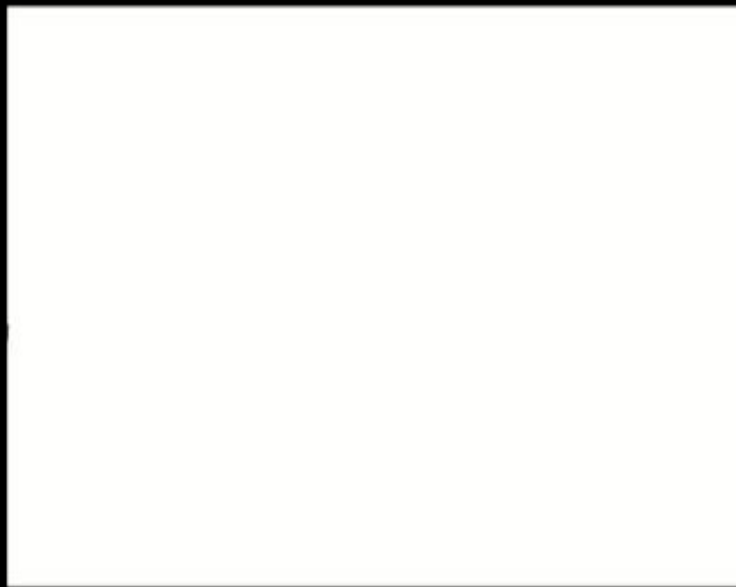


(Encyclopædia Britannica 1933)



**Akustická analýza**

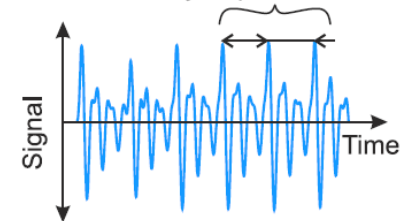
# Fonace: metody měření



## Ukázky měření:

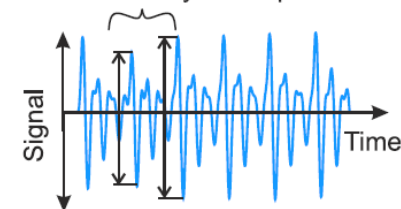
### Jitter

Instability of period



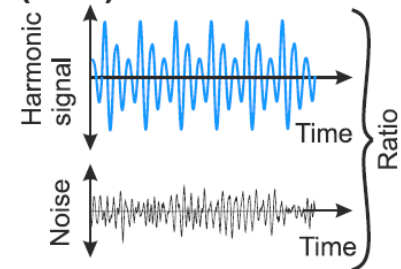
### Shimmer

Instability of amplitude



### Harmonic-to-noise ratio

(HNR)



# Fonace: efekt poruchy bazálních ganglií

Hypokineze



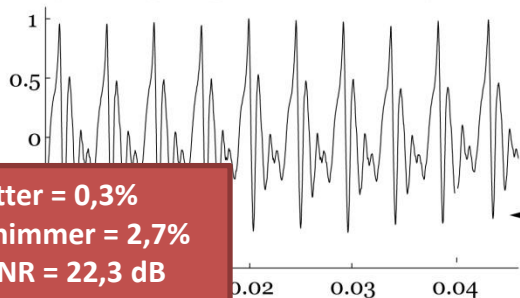
Normální hlas



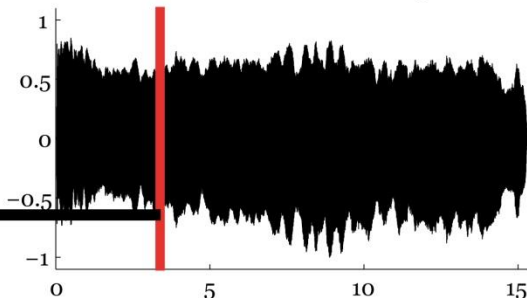
Hyperkineze



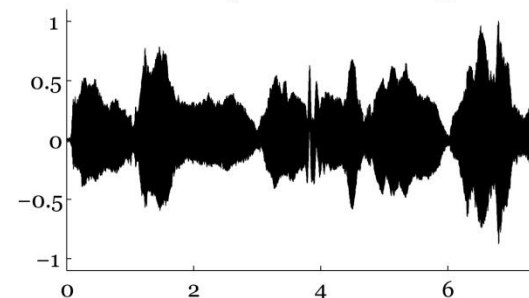
Výběr 10 pitch period u zdravého jedince



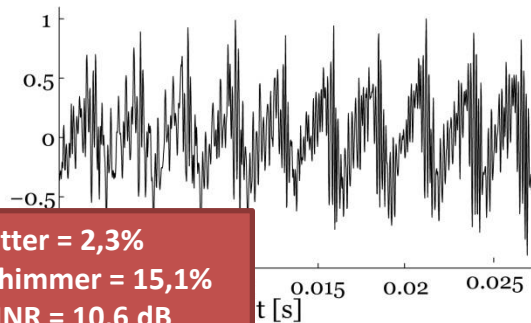
Prodloužená fonace u zdravého jedince



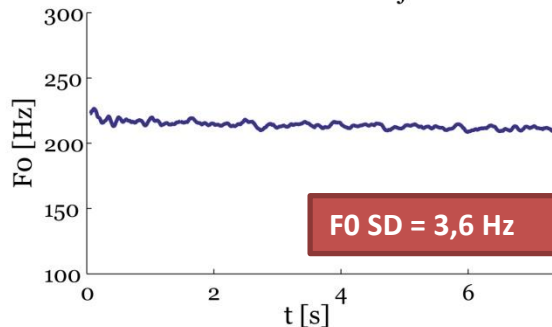
Prodloužená fonace u pacienta s Huntingtonovou nemocí



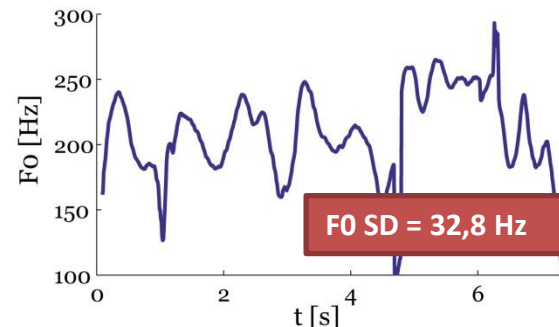
Výběr 10 pitch period u pacienta s Parkinsonovou nemocí



Průběh Fo u zdravého jedince

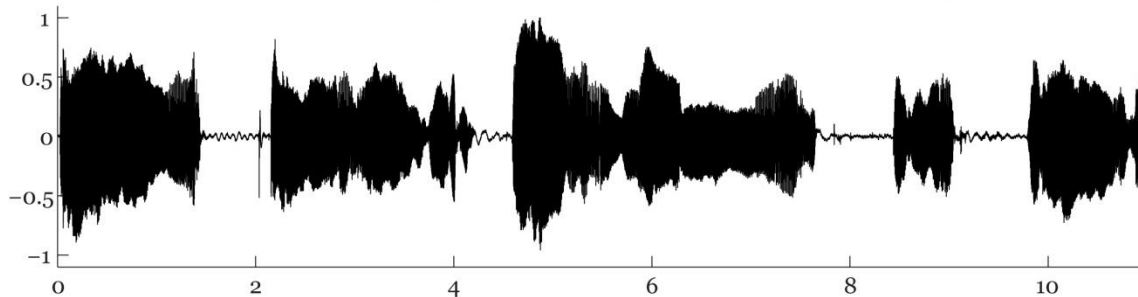


Průběh Fo u pacienta s Huntingtonovou nemocí

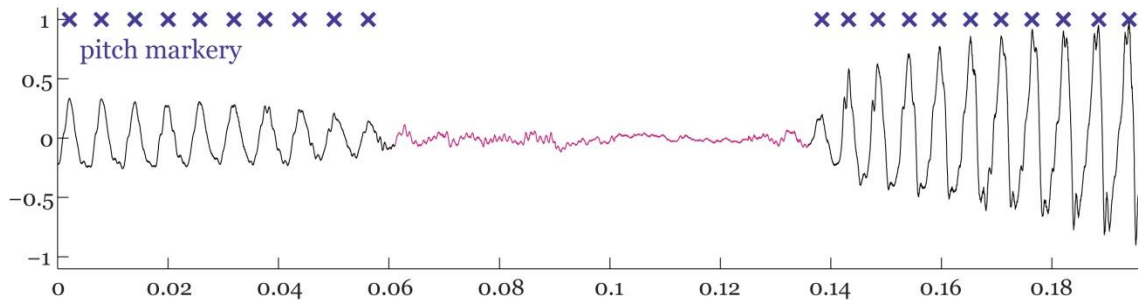


# Fonace: hyperkineze

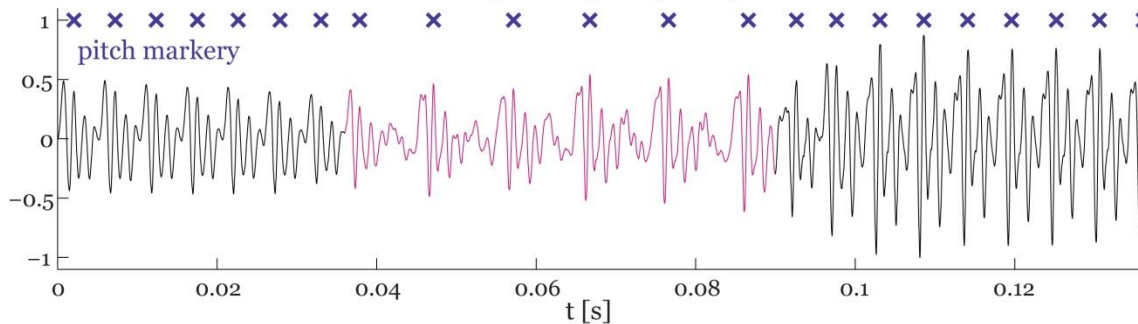
Prodloužená fonace s mnohočetnými vokálními zárazy u pacienta s Huntingtonovou nemocí



Detail vokálního zárazu



Detail poklesu pitch periody

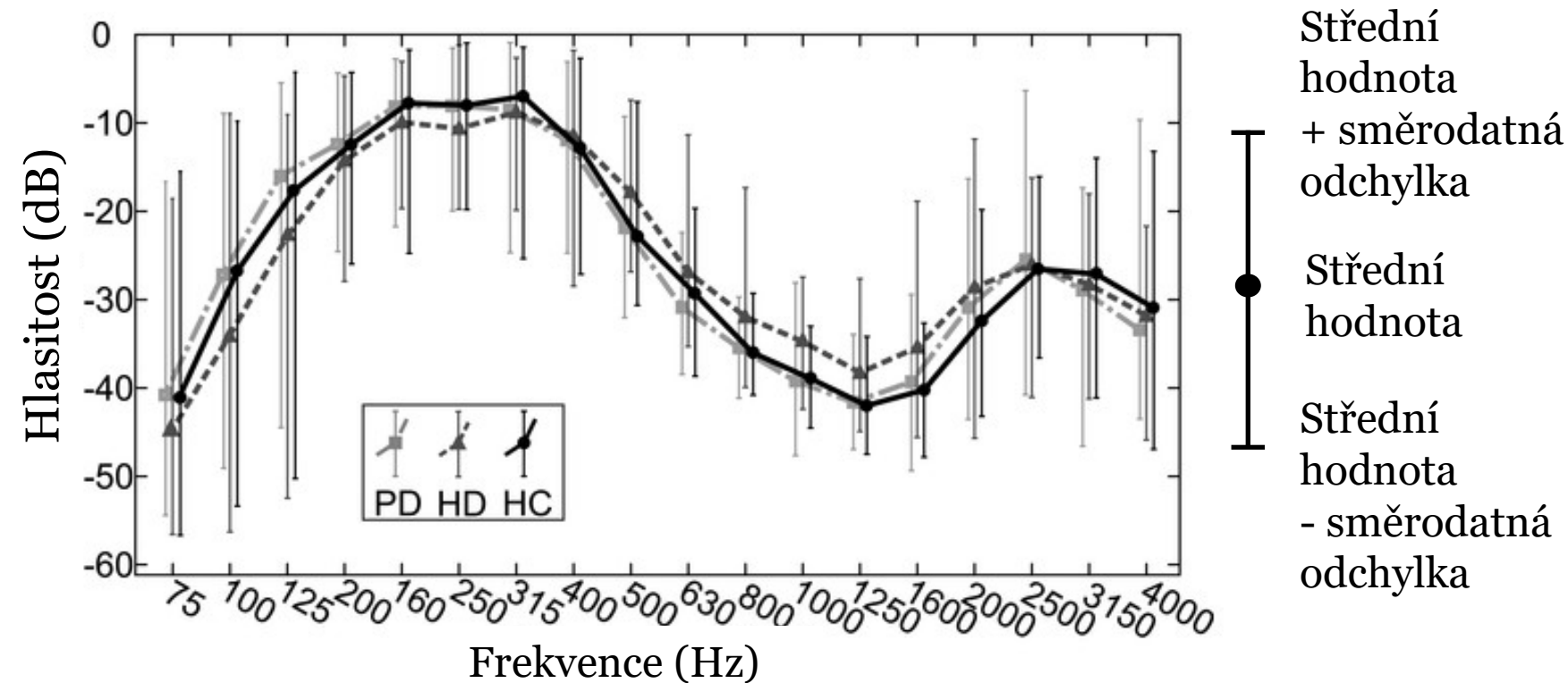


(Rusz 2013)

# Rezonance



## Rezonance: efekt poruchy bazálních ganglií



**PD** = Parkinsonova nemoc    **HD** = Huntingtonova nemoc    **HC** = Zdravá skupina

(Novotný 2016)

# Diadochokineze: efekt neurodegenerace

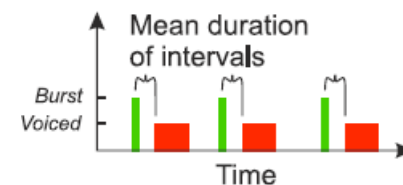
*Signál v čase*



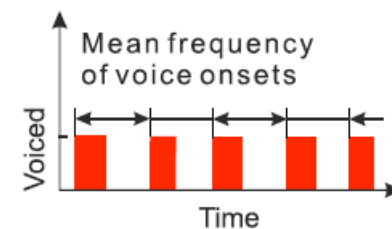
*Signál ve frekvenční oblasti*

*Ukázky měření:*

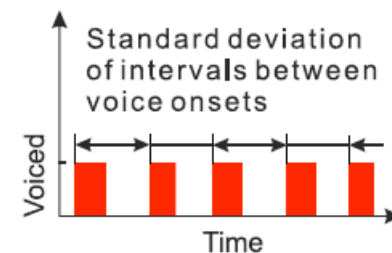
## Voice onset time



## Diadochokinetic rate



## Diadochokinetic regularity



(Novotný 2014)

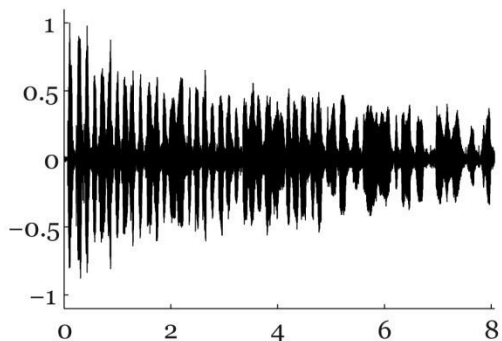


# Diadochokineze

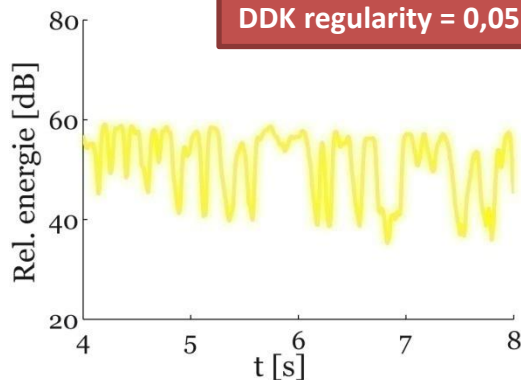
- schopnost rychle měnit polohu artikulačních orgánů
- detekce špiček pomocí obálky signálu
  - DDK rate: počet slabik za sekundu
  - DDK regularity: variace časových rozdílů mezi slabikami

## Hypokineze

Parkinsonova nemoc

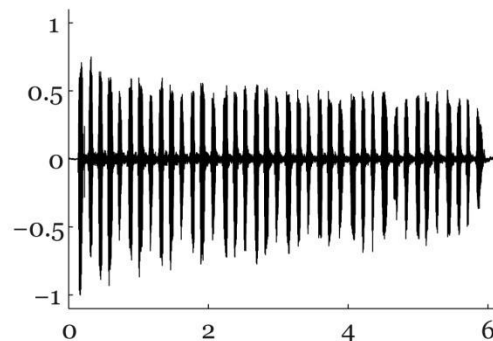


DDK rate = 6,3 sl/s  
DDK regularity = 0,05 s

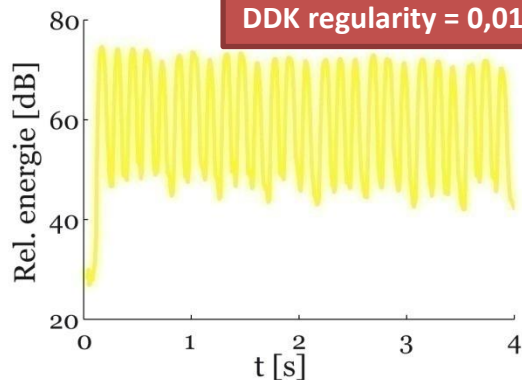


## Normální hlas

Zdravá norma

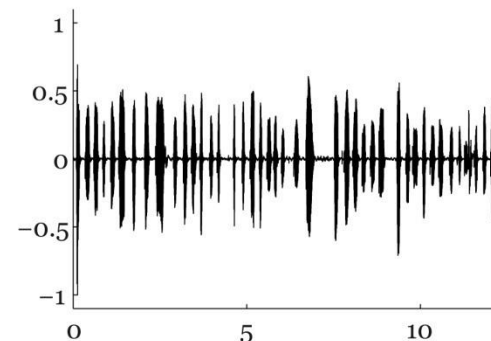


DDK rate = 6,8 sl/s  
DDK regularity = 0,01 s

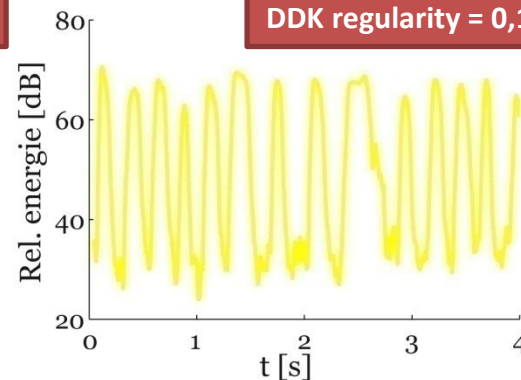


## Hyperkineze

Huntingtonova nemoc

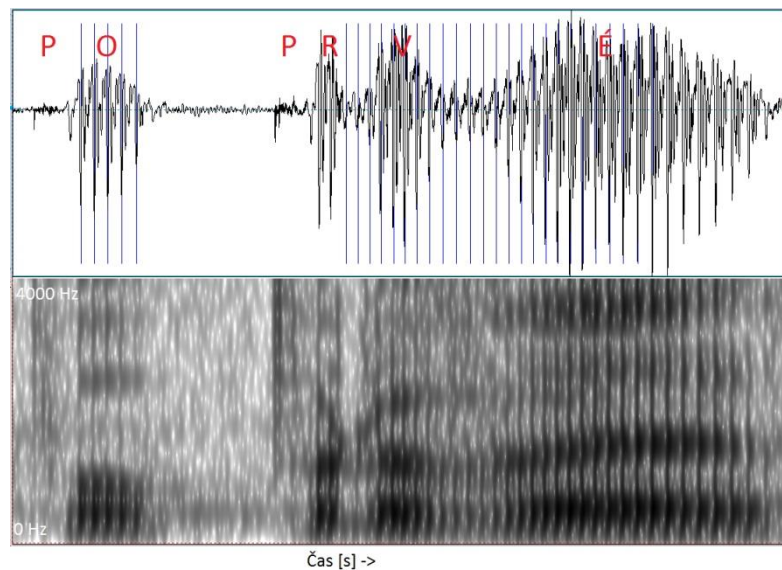
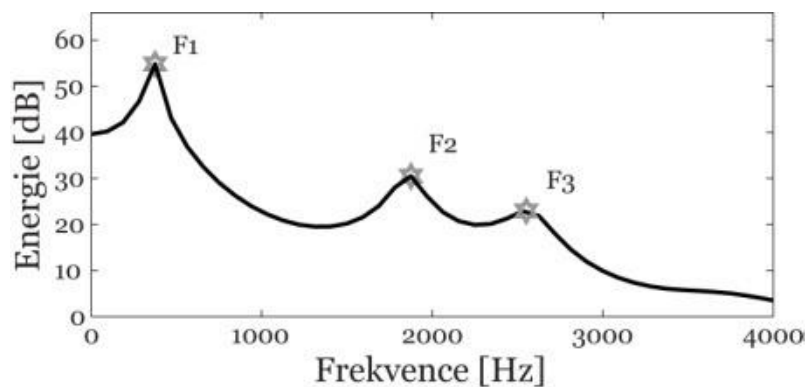


DDK rate = 3,4 sl/s  
DDK regularity = 0,11 s



# Artiklace: formanty

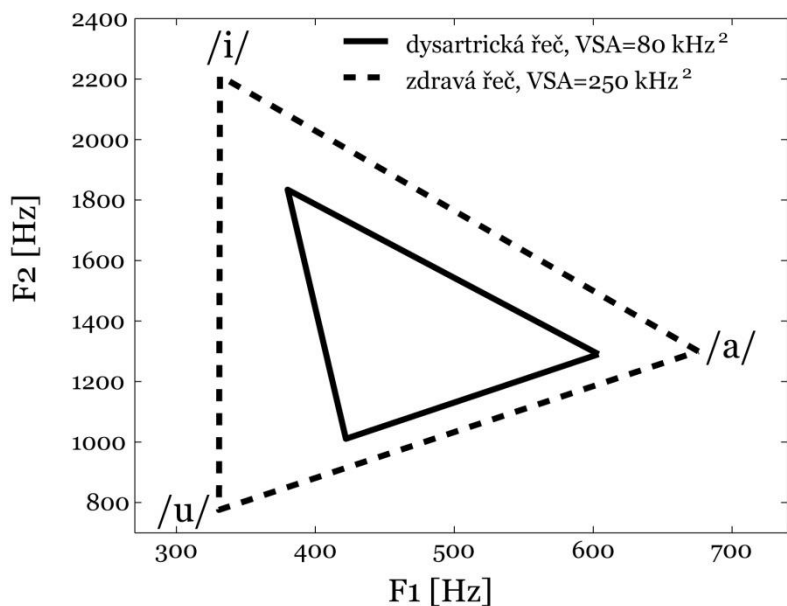
- Základní hlasivková frekvence: 50–400 Hz (muži 50–200Hz, ženy 150–400 Hz)
- Rezonanční frekvence (velikost frekvence závisí na samohlásce a pohlaví):
  - F1: 460 –1100 Hz (pohyb jazyka dopředu/dozadu)
  - F2: 600 –2800 Hz (pohyb jazyka nahoru/dolů)
  - F3: 2400 –3500 Hz (emoce, prosodické rysy)
  - vyšší rezonanční frekvence (F4+): neovlivňují zásadně srozumitelnost řeči, mají nízkou energii a nejsou vždy přítomny
- Neznělé souhlásky: až do 8000 Hz (chovají se jako šum)



# Artikulace: metody měření

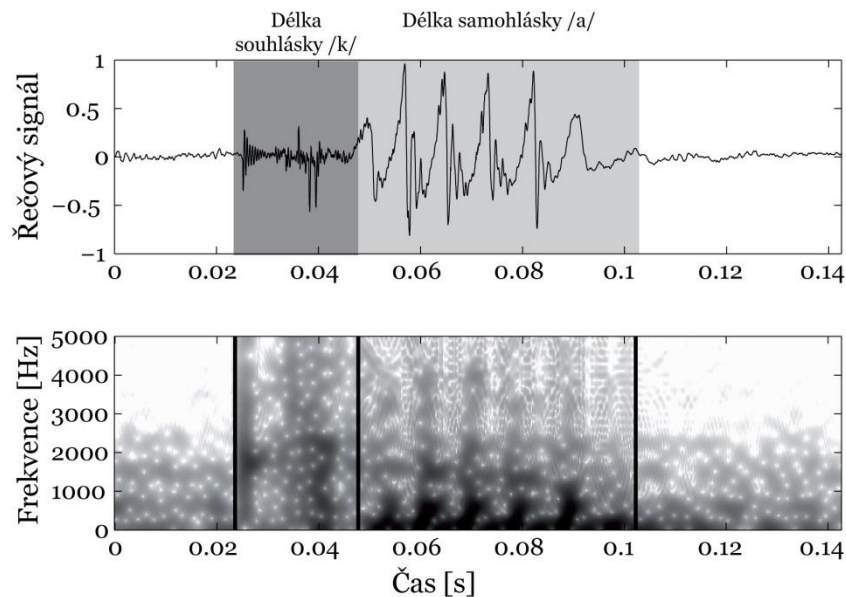
- modifikace pozice jazyka, rtů a dolního patra
- obvykle informace získána ze čtených textů nebo spontánní řeči
- není specifická, je u všech typů dysartrie, dochází k tzv. „articulatory undershoot” samohlásek a souhlásek

## Samohlásky: redukování vokalické oblasti (VSA)

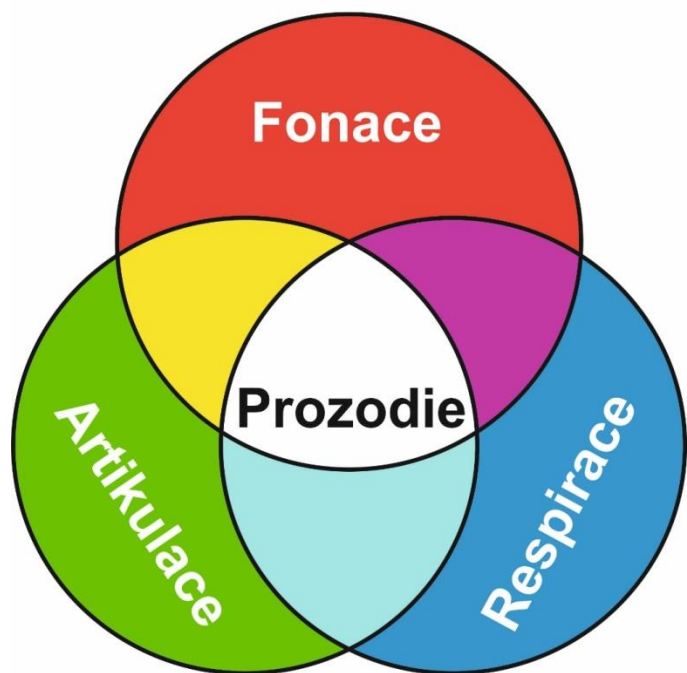


- F1/a/: ↓
- F1/i/: ↑
- F1/u/: ↑
- F2/a/: ↑
- F2/i/: ↓
- F2/u/: ↑

## Souhlásky: prodlužování délky trvání



# Prozodie: hudební stránka řeči

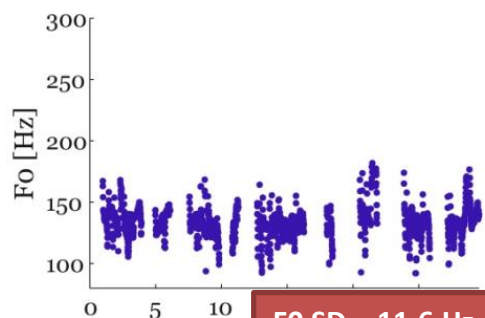
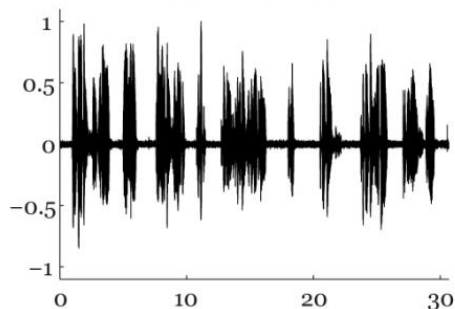


A musical notation diagram illustrating the components of Prosody. It shows four staves labeled A, B, C, and Z. A large blue oval encircles the notes on staves A, B, and C, labeled "Respirace". A red oval encircles the notes on staves B and C, labeled "Fonace". A green oval encircles the notes on staves A, B, and C, labeled "Artikulace". A black oval encircles the notes on staves C and Z, labeled "Hlasitost".

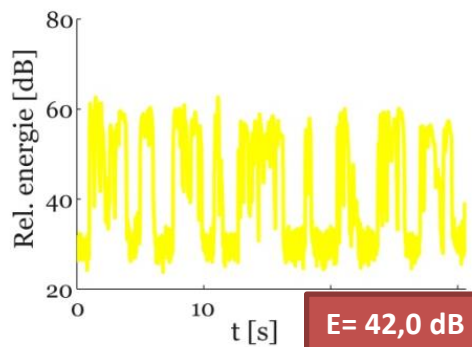
# Prozodie: efekt poruchy bazálních ganglií

Hypokineze

Parkinsonova nemoc



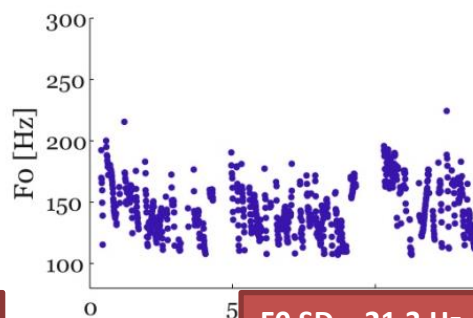
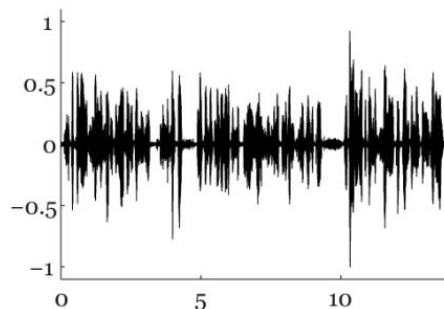
F0 SD = 11,6 Hz



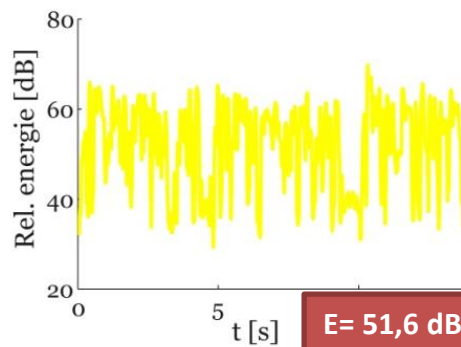
E= 42,0 dB

Normální hlas

Zdravá norma



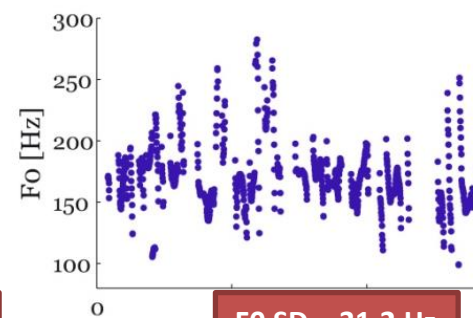
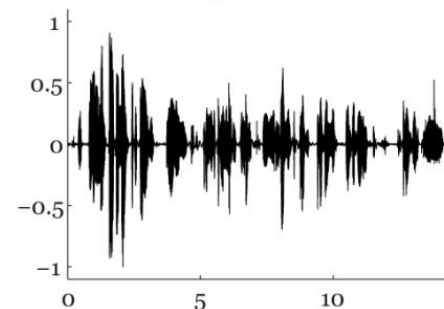
F0 SD = 21,3 Hz



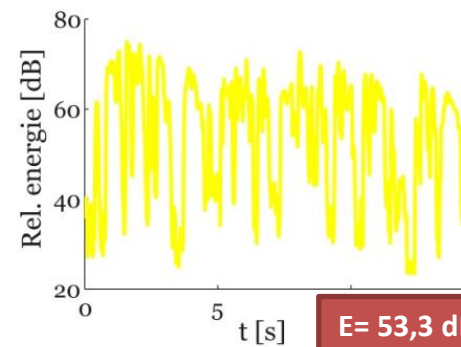
E= 51,6 dB

Hyperkineze

Huntingtonova nemoc

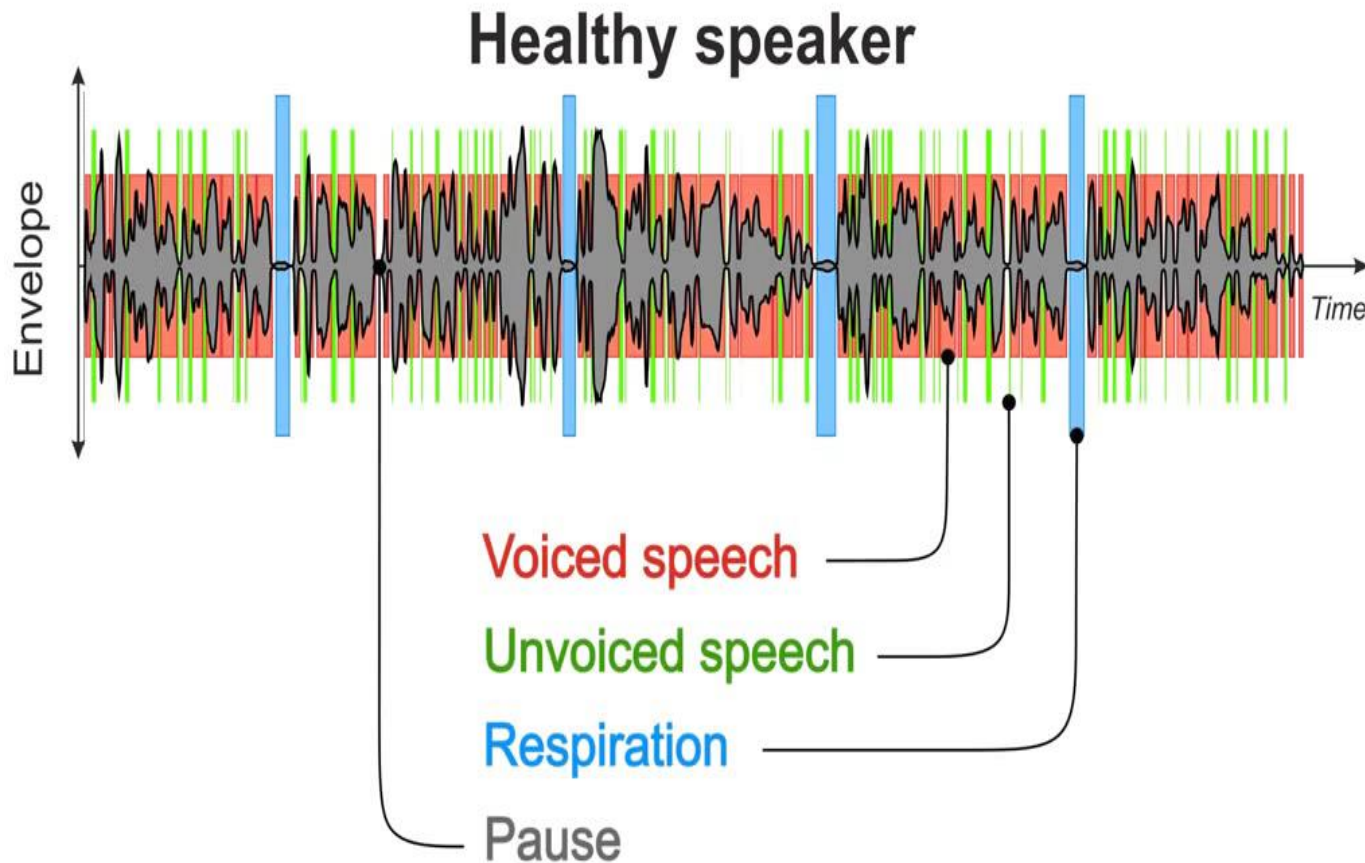


F0 SD = 31,2 Hz



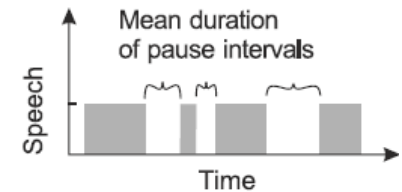
E= 53,3 dB

# Časování řeči

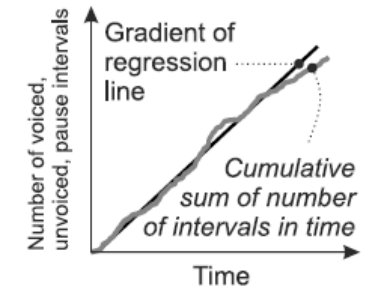


Ukázky měření:

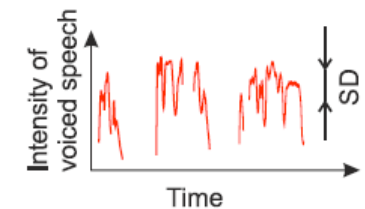
### Duration of pause intervals



### Rate of speech timing



### Standard deviation of speech intensity



(Hlavnička 2017)

## Časování řeči: efekty poruchy bazálních ganglií

- **Hyperkinetické syndromy**



- zpomalení rychlosti řeči

- **Hypokinetické syndromy**



- palilálie, koktavost, záseky v řeči (tzv. „freezing of speech“)
- tachyfémie, orální festinace: postupné zrychlování tempa řeči vedoucí k nesrozumitelnosti

analogie k festinaci a freezingu chůze

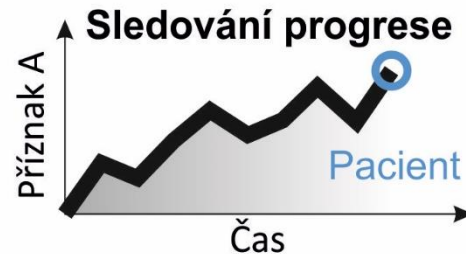
- Řeč velmi dobře odpovídá na vedlejší efekty medikace, může být využita pro sledování a optimalizaci nastavení dávek

# Symptomy dysartrie poruchy basálních ganglií: shrnutí

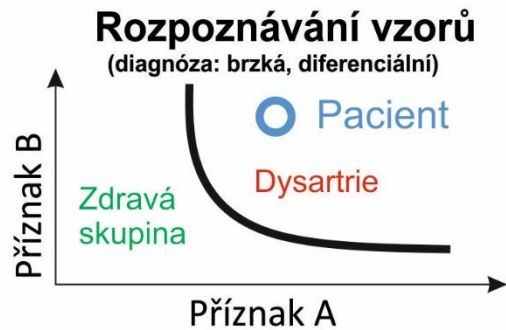
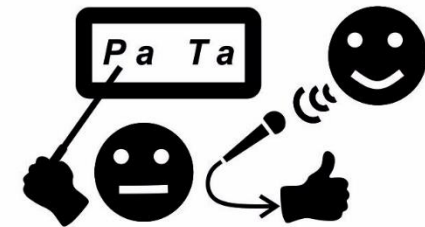
Parkinsonova nemoc	Huntingtonova nemoc
<i>Respirace</i>	
Častější nádechy	Náhlé nucené, hlasité nádechy Snížená dechová kapacita
<i>Fonace</i>	
Chrapot	Kolísání základní hlasivkové frekvence Vokalické zárazy
<i>Diadochokineze</i>	
Tendence ke zrychlování Klesání hlasitosti	Zpomalené tempo Nepravidelný rytmus
<i>Rezonance</i>	
	Hypernazalita
<i>Artikulace</i>	
Špatná artikulace samohlásek a konsonant	Špatná artikulace samohlásek a konsonant
<i>Prozodie</i>	
Hypofonie  Monotónie	Nadměrná fluktuace hlasitosti Nadměrná fluktuace základní hlasivkové frekvence
<i>Časování řeči</i>	
Palilálie/koktavost/freezing Orální festinace/tachyfemie Delší pauzy	Pomalá řeč Delší pauzy



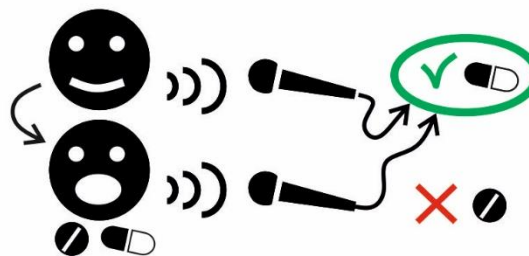
# Motivace výzkumu řeči: biomarker neurodegenerativních onemocnění



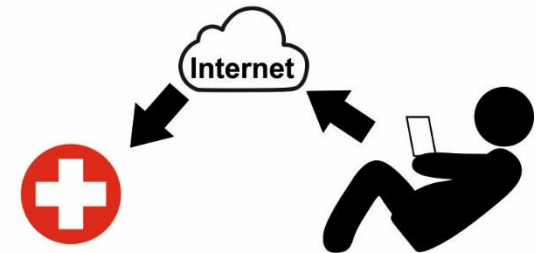
Zpětná vazba řečové terapie



Odpověď na medikaci



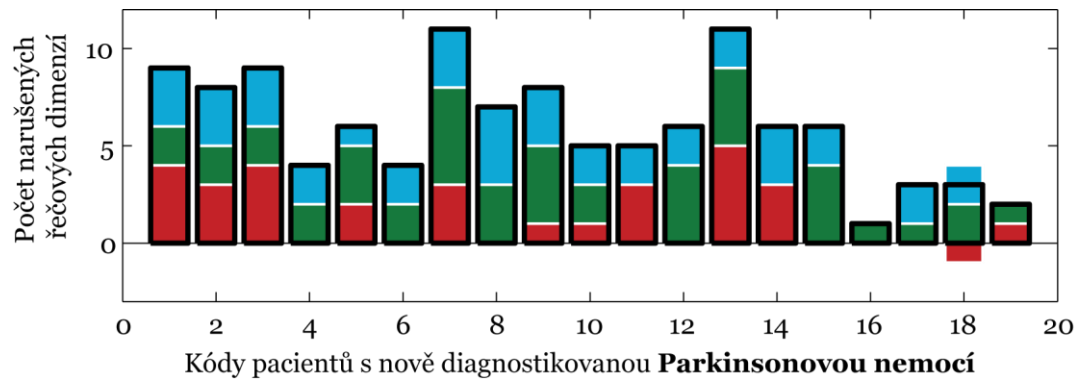
Telemonitoring



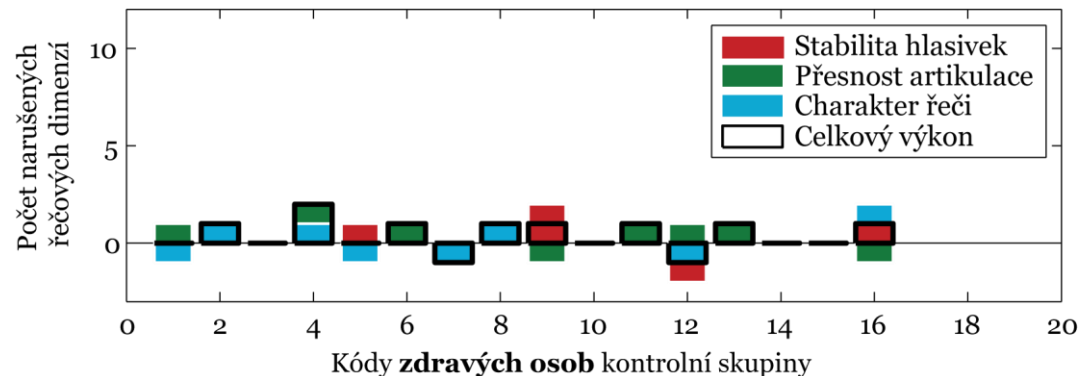
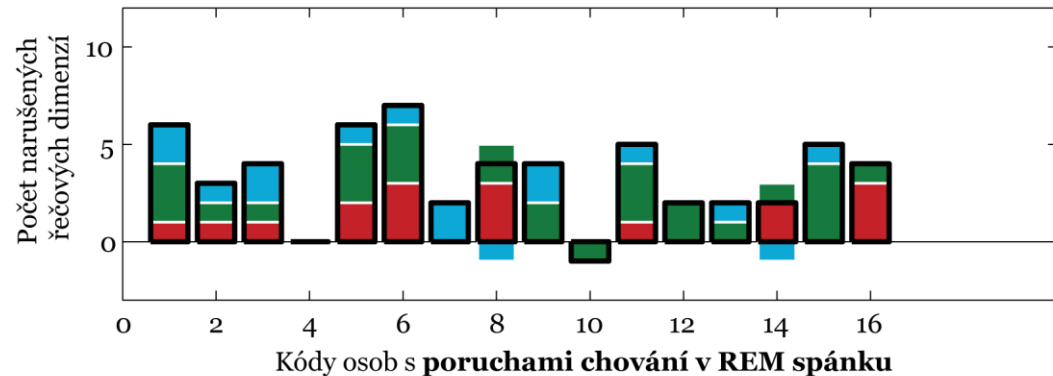
# Řeč jako prodromální biomarker Parkinsonovy nemoci?

- Porucha chování v REM spánku (RBD) způsobuje pohyby nebo mluvení jako důsledek chybějící svalové atonie
- Během spánku může pacient s RBD mluvit, křičet, kopat a zranit sám sebe či partnera sdílejícího postel.
- Riziko rozvoje Parkinsonovy nemoci u pacientů s RBD je extrémně vysoké (> 80%)
- Vysoká míra konverze RBD do neurodegenerace nám dává unikátní možnost studovat preklinická stádia Parkinsonovy nemoci

# Řeč u RBD a Parkinsonovy nemoci



- Porucha řeči nalezena u 88% pacientů s RBD (96% sensitivita, 79% specifická)



(Rusz 2016)

# Děkuji za pozornost

- Čapek, K. (1988). Spisy: Od člověka k člověku I, Československý spisovatel, 230.
- Duffy, J.R. (2013). Motor Speech Disorders: Substrates, Differential Diagnosis and Management, 3rd ed., Mosby, St. Louis.
- Encyclopædia Britannica, Inc. (1933). The Physics of Sound Waves & Acoustics. Web (říjen 2016).
- Hlavnička J, et al. (2017). Automated analysis of connected speech reveals early biomarkers of Parkinson's disease in patients with rapid eye movement sleep behaviour disorder. Sci Rep 2017; 7:12
- Novotný M, et al. (2014) Automatic evaluation of articulatory disorders in Parkinson's disease. IEEE/ACM T Audio Speech Lang Process 2014;22:1366-1378.
- Novotný, M. et al. (2016). Hypernasality associated with basal ganglia dysfunction: evidence from Parkinson's disease and Huntington's disease, PeerJ, 4:e2530.
- Reinaldo Kazuo Yazaki (2016). Messa di voce with the first brazilian FULL HD Laryngoscopy Stroboscopy. Web (říjen 2016):
- Rusz J, et al. (2013). Objective acoustic quantification of phonatory dysfunction in Huntington's disease. Plos One 28: e65881.
- Rusz J, et al. (2016) Quantitative assessment of motor speech abnormalities in idiopathic REM sleep behaviour disorder. Sleep Med 19:141-147.