



# Konstrukce grafů a interpretace behaviorálních dat zobrazených v grafech

Karel Pančocha

## DATA

- behaviorální analytikové dokumentují a kvantifikují změny v chování přímým a opakovaným měřením chování, přičemž výsledky těchto měření se nazývají *data*.

# Přímé a opakované měření chování

- Jedna z nejsilnějších stránek ABA
- Jeden z nejpodstatnějších rozdílů mezi ABA a postupy, které nejsou na ABA založeny
- Data (naměřené hodnoty)
  - Jsou výsledkem prováděných měření
  - Jsou základním prostředkem, se kterým behaviorální analytik pracuje
  - Jsou hlavním (empirickým) materiálem pro rozhodování v každodenní praxi

# Přímé a opakované měření chování

- Měření provádíme opakovaně po sobě a po delší čas
- Série dat NEBO grafické zobrazení?

Počet správných odpovědí	
Podmínky A	Podmínky B
12	14
15	21
13	24

Procento správných odpovědí

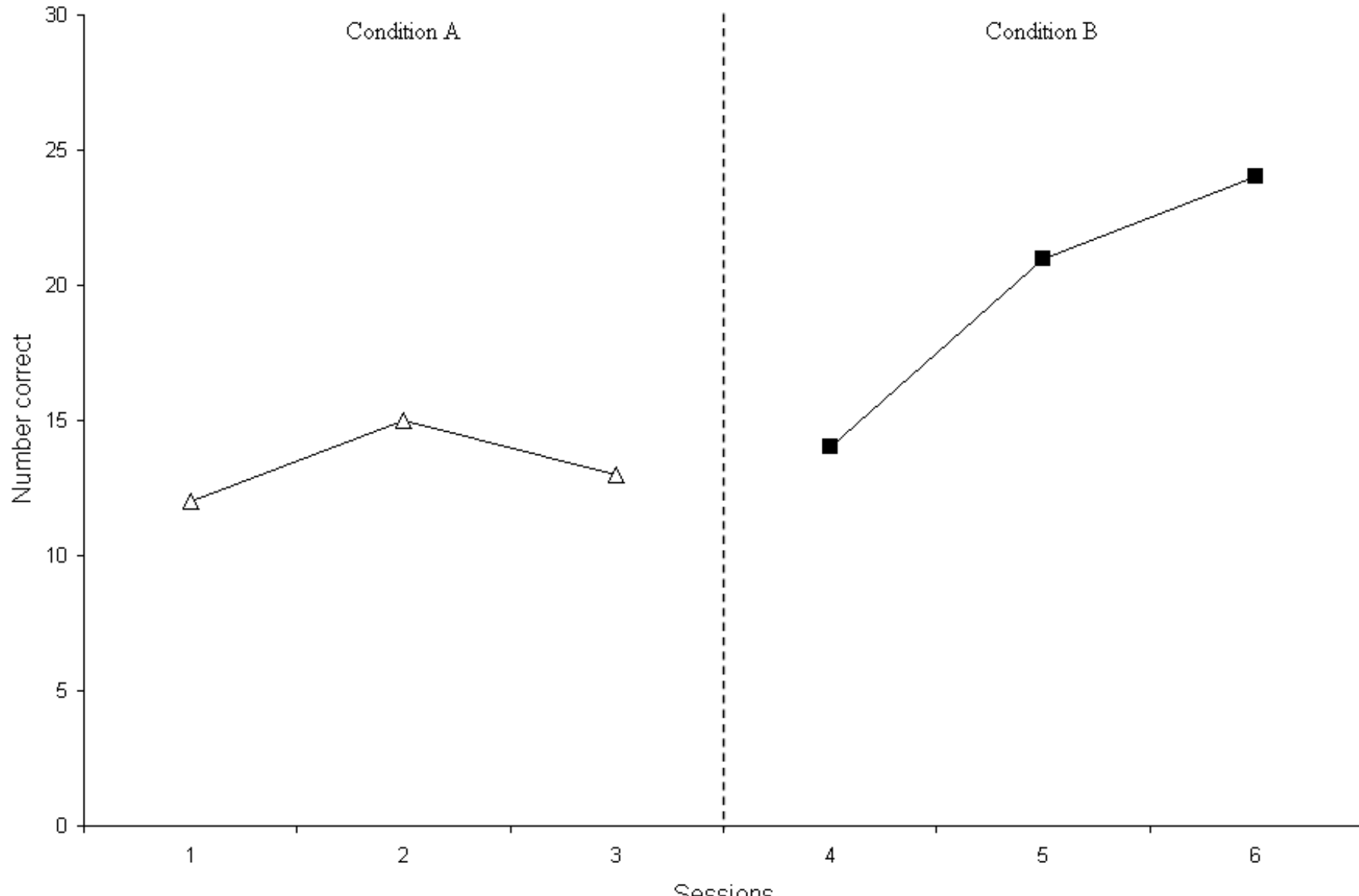
70, 72, 71, 87, 90, 85, 73



# Grafické zobrazení dat

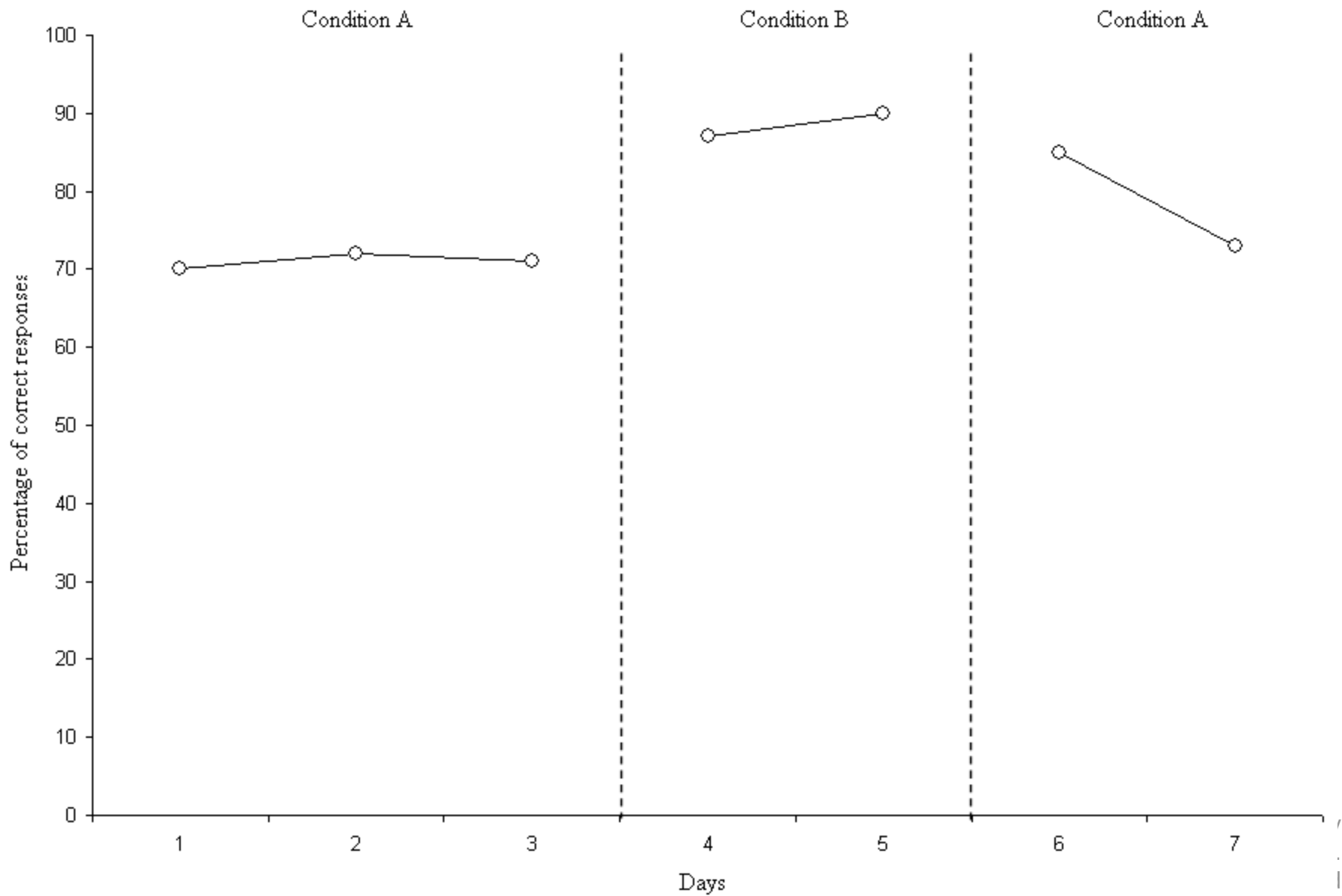
## podmínky A

## podmínky B





# Grafické zobrazení dat



# Důvody & výhody grafického zobrazení

- Grafické zobrazení
  - Komunikační funkce
  - Ukazuje vztahy mezi závisle a nezávisle proměnnou
  - Sumarizuje informace o naměřených hodnotách
  - Napomáhá správné analýze chování

# Důvody & výhody grafického zobrazení

## ■ Výhody

- Okamžitý přístup k záznamům o chování
- Variations prompt exploration
- Pomáhá při vytváření vlastního úsudku
  - Relativně jednoduše se dá naučit, nepoužívá předem stanovenou úroveň (statistické) významnosti změny, nevyžaduje matematické operace
- Jedná se o konzervativní způsob hodnocení dat
- Podporuje nezávislé posouzení a interpretaci
- Efektivní zdroj zpětné vazby (pro terapeuty, rodiče, klienta, atp.)





# Co lze v grafech hodnotit?

- Úroveň (Level)
- Trend (Trend)
- Variabilita (Variability)

## Typické grafy používané v ABA

- Liniový (čárový) graf
- Sloupcový graf
- Cumulativní záznam (graf)
- Semilogaritmický graf
  - Standardní celerační graf
- Bodový graf (Scatterplot)

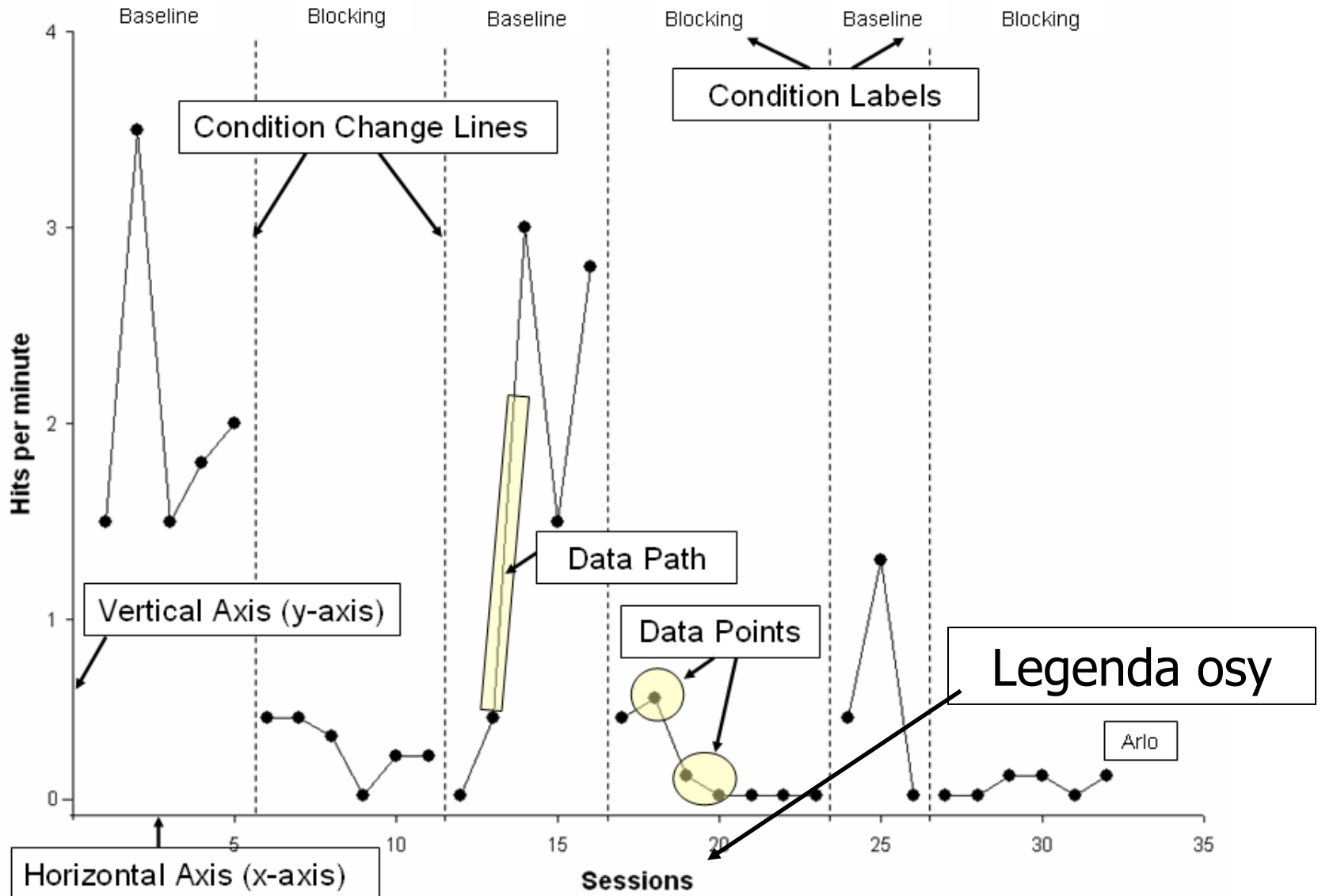
# Liniový (čárový) graf

- Založen na Kartézské soustavě souřadnic
- Dvoudimenzionální plocha tvořená vzájemně kolmými přímkami
- Body na ploše představují vztahy
  - Úroveň závisle proměnné v době působení nezávisle proměnné
  - Comparisons of data points reveals the presence or absence of changes in level, trend, and/or variability

## Součásti liniového grafu

- Horizontální osa
- Vertikální osa
- Čára změny podmínek
  - Fáze a podmínky
- Datové body
- Datová trajektorie
- Popisky

# Četnost odpalů během výchozí fáze a fáze blokování



# Varianty liniového grafu

- Dvě nebo více dimenzí téhož chování
- Dva nebo více druhů chování
- Záznam stejného chování za různých podmínek
- Záznam změn v míře nezávisle proměnné (nejen ano/ne)
- Záznam stejného chování u dvou a více osob

# Dvě dimenze téhož chování.

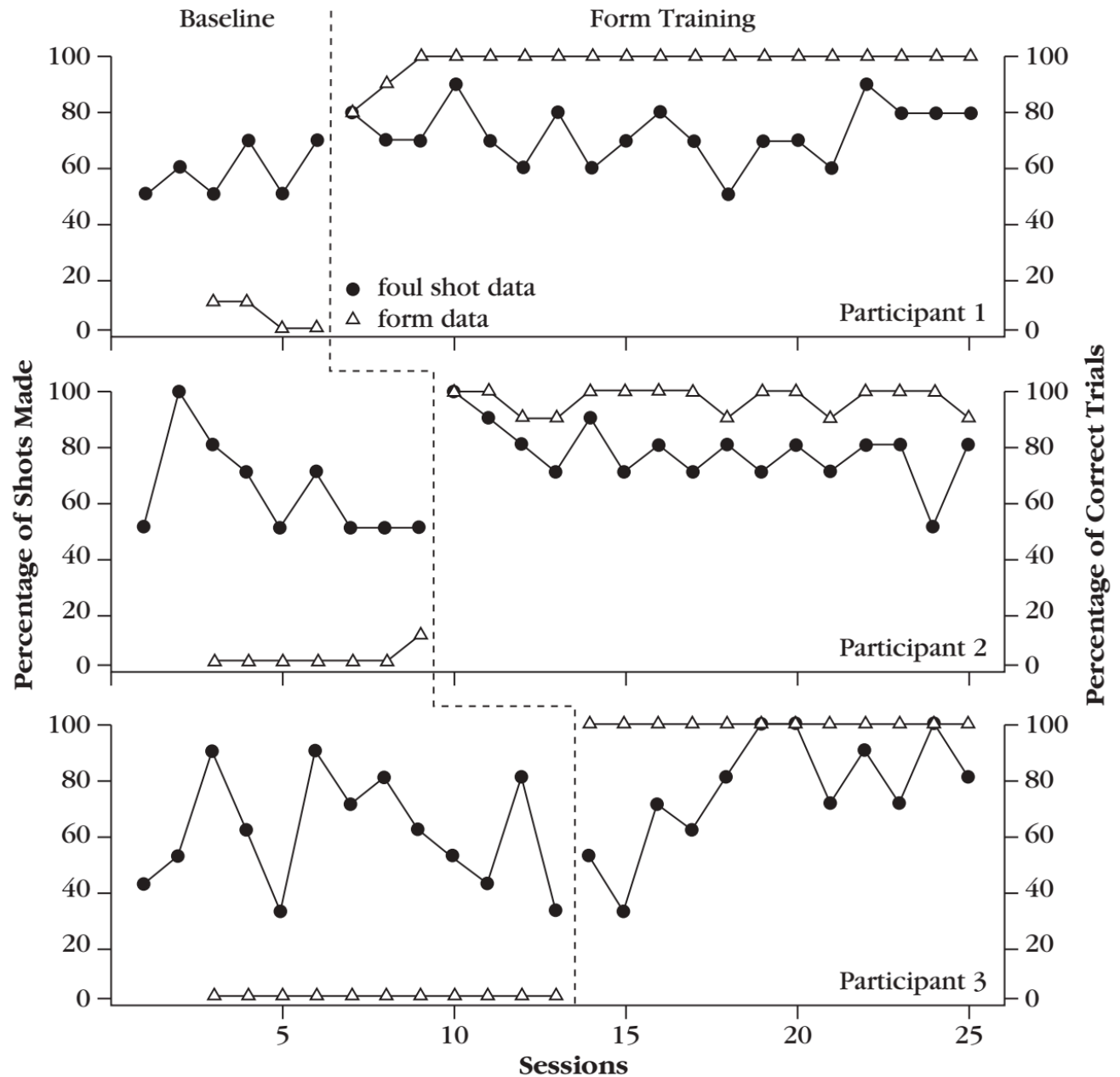


Figure 1. Percentage of shots made (filled circles) and percentage of shots taken with correct form (open triangles) across sessions for each participant.

Dvě různá  
chování u jedné  
osoby.

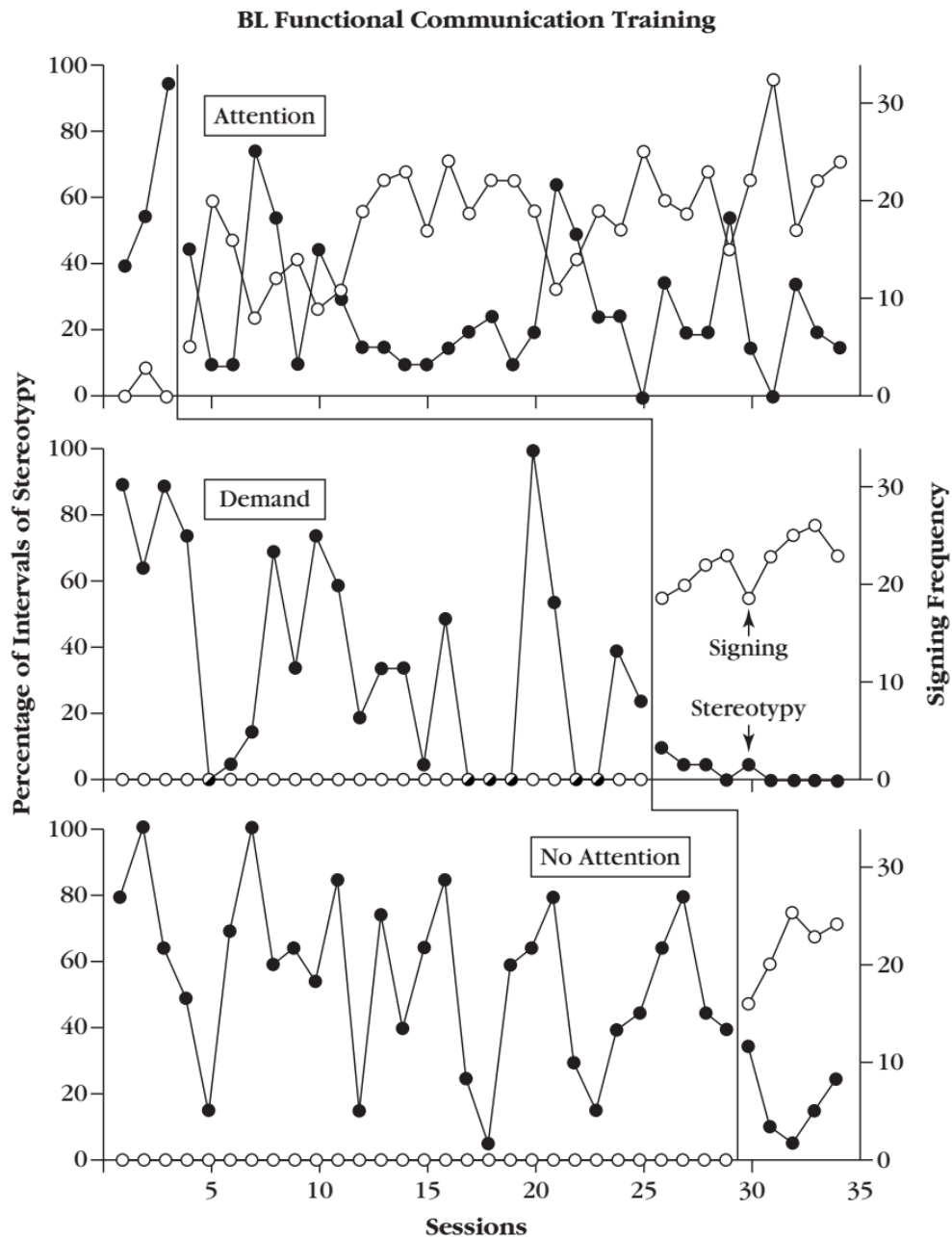


Figure 2. Occurrence of stereotypy for James across attention, demand, and no-attention conditions. Data are arrayed as the percentage of intervals of stereotypy on the left y axis and number of signs per sessions on the right y axis.



# Záznam stejného chování za různých podmínek.

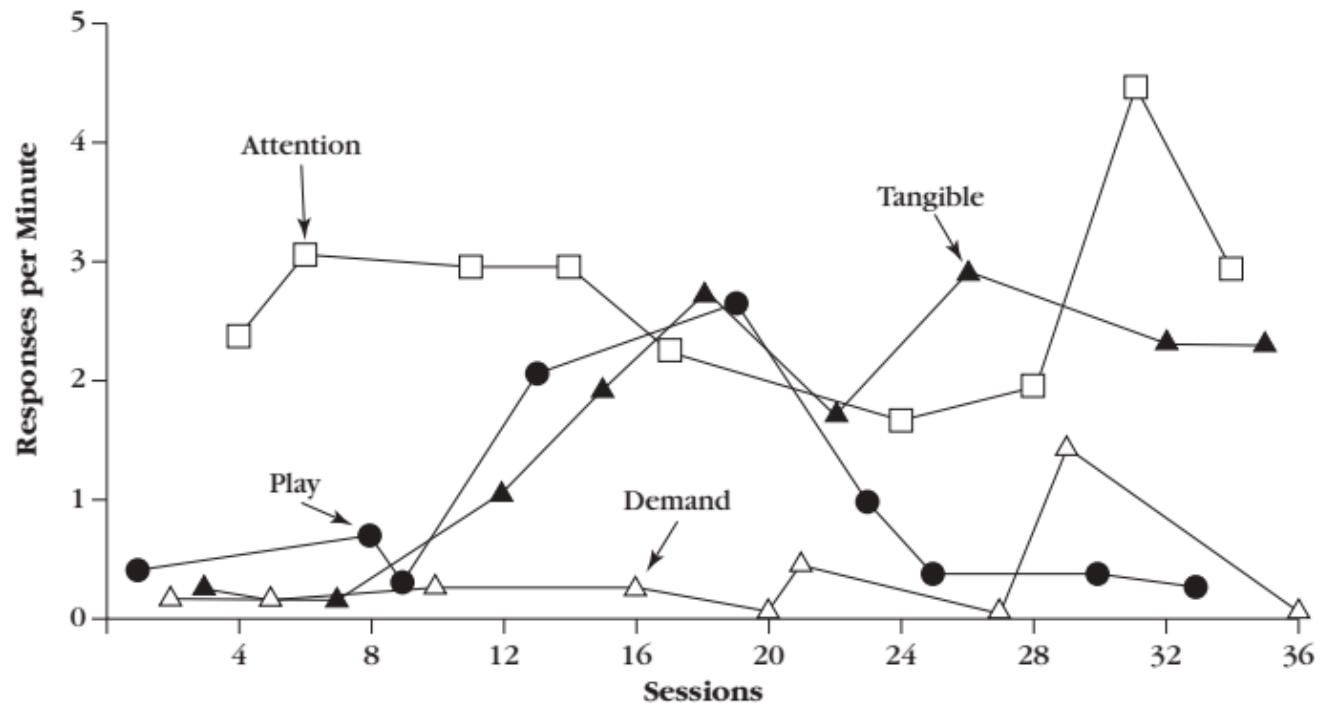


Figure 1. Rate of self-injurious behavior during the initial functional analysis.

# Záznam stejného chování za různých podmínek.

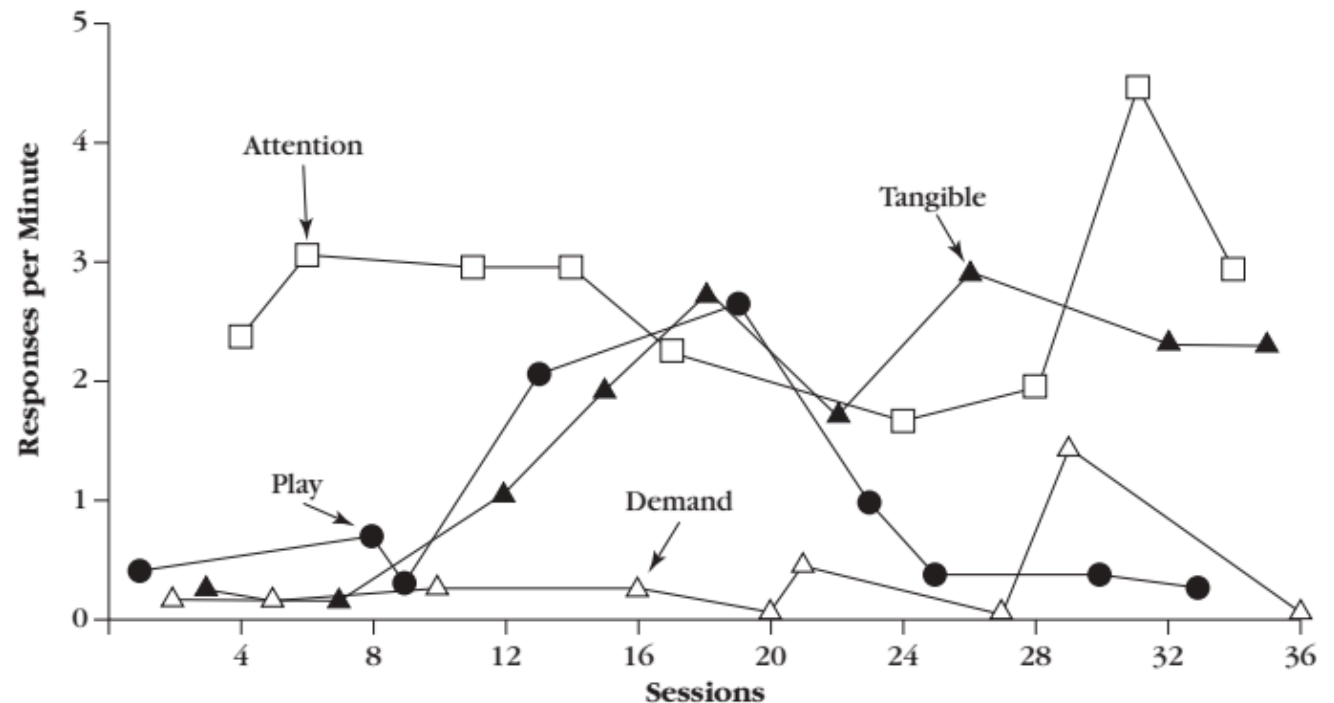


Figure 1. Rate of self-injurious behavior during the initial functional analysis.

# Změny v míře nezávisle proměnné (nejen ano/ne)

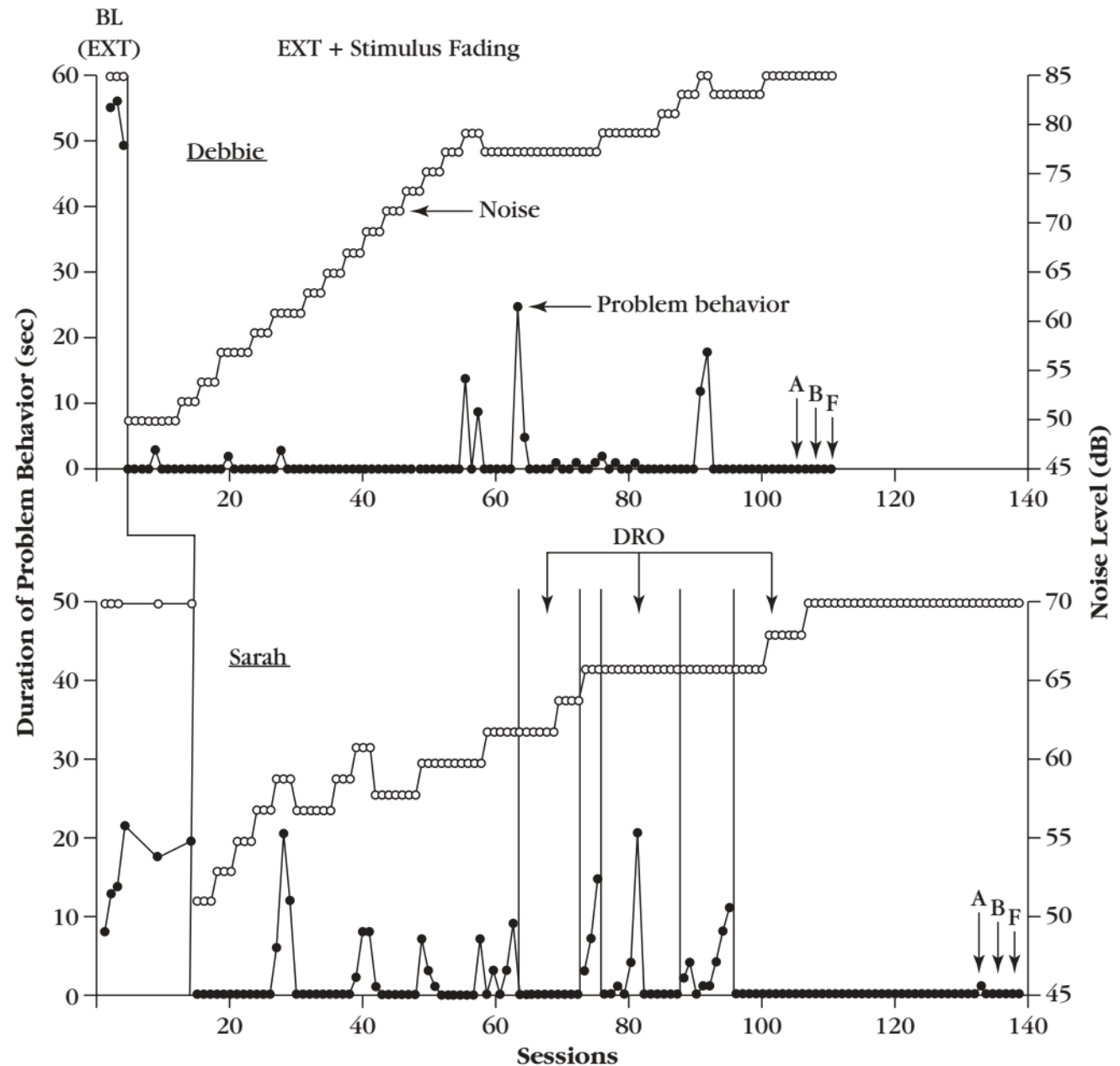


Figure 4. Results of Debbie's and Sarah's treatment evaluation. Sessions marked A and B near the end of treatment indicate two generalization probes in the natural environment; F indicates a follow-up probe.

# Sloupcový graf

- Založen na Kartézské soustavě souřadnic
  - sloupcový graf nemá oddělené datové body, které by představovaly po sobě jdoucí měření závisle proměnné v průběhu času
  - K čemu slouží:
    - 1) zobrazování a srovnávání nespojitých datových sad, které navzájem NESDÍLEJÍ společný znak, podle něhož by se dala odstupňovat vodorovná osa (např. podle časového sledu, po sobě jdoucích dní nebo po sobě následujících podmínek)

# Analýza preferencí

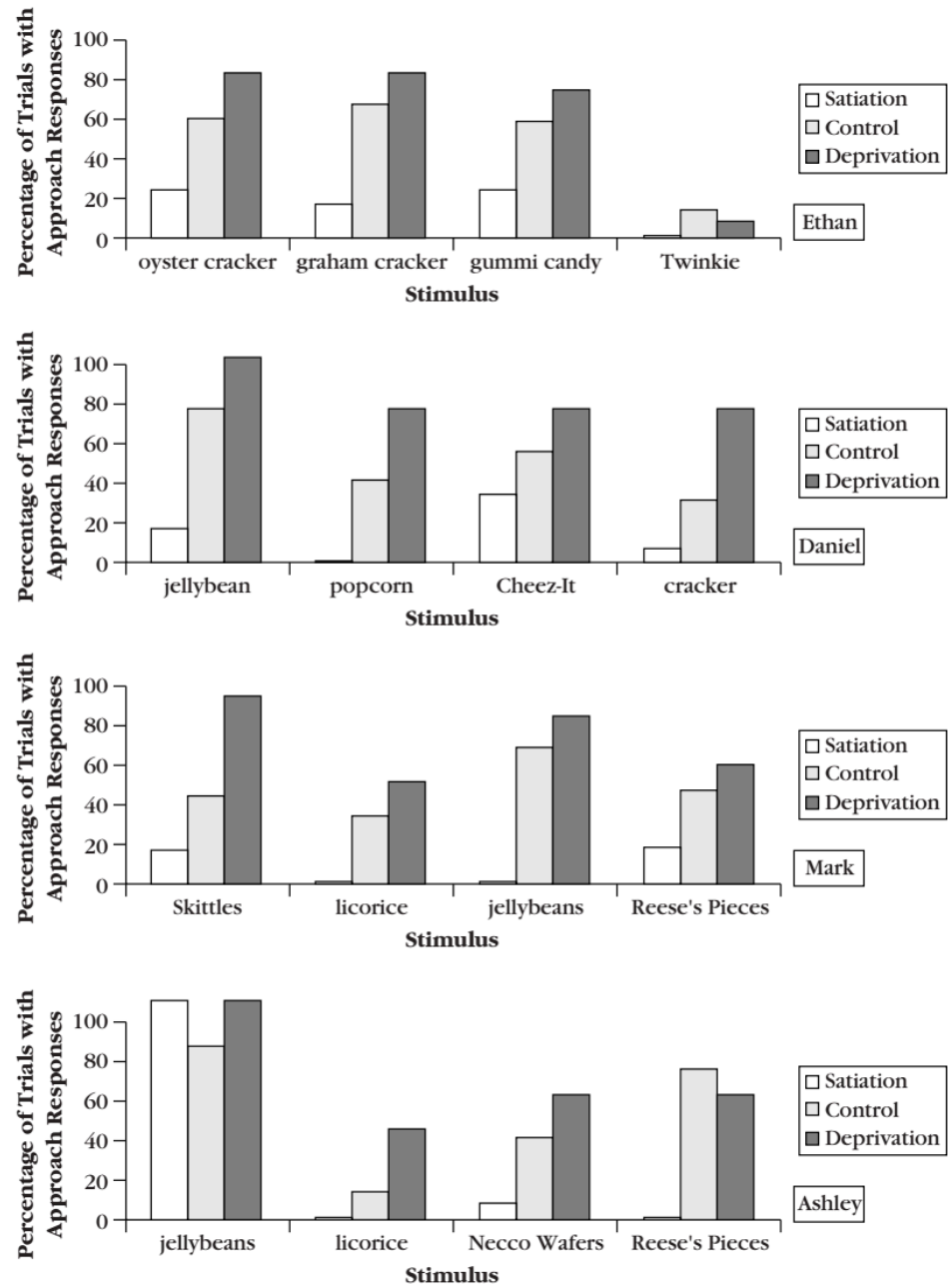


Figure 1. Percentage of approach responses across conditions for Ethan, Daniel, Mark, and Ashley.

# Sloupcový graf

- Založen na Kartézské soustavě souřadnic
  - sloupcový graf nemá oddělené datové body, které by představovaly po sobě jdoucí měření závisle proměnné v průběhu času
  - K čemu slouží:
    - 2) Druhým příkladem použití sloupcových grafů je vizuální shrnutí výkonu jedince či skupiny osob během různých experimentálních podmínek.

Průměrný počet  
vypracovaných cvičení  
Baseline a intervence

Sloupec 1) %  
vypracovaných cvičení

Sloupec 2) % správných  
odpovědí

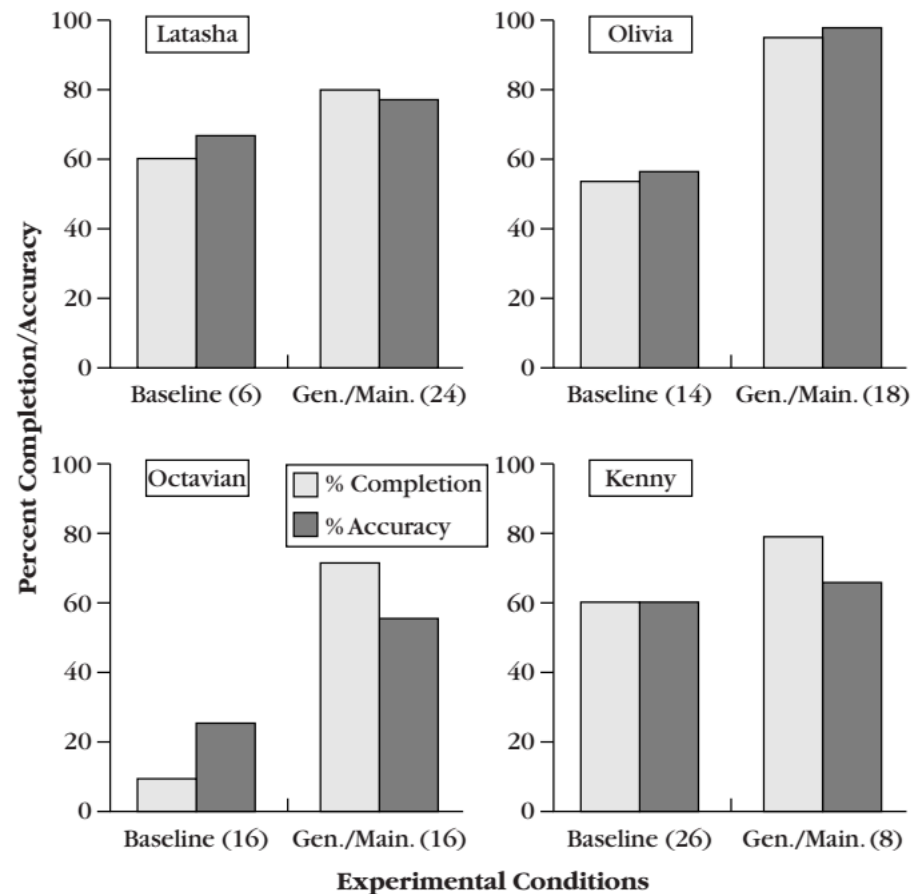


Figure 4. Mean percentage of spelling worksheet items completed and mean percentage of accuracy by each student during baseline and combined generalization programming and maintenance conditions. Numbers in parentheses show total number of sessions per condition.

## Nevýhody:

Sloupcové grafy „obětují“ zobrazování variability a trendů (jež jsou zřejmé v liniovém grafu). Měli bychom si je však prohlížet s vědomím, že mohou zakrývat důležitou variabilitu v datech.

## Výhody:

Efektivní souhrn a srovnání velkého množství dat v jednoduchém a snadno interpretovatelném formátu.

Typicky se používají k zachycení centrální tendence, jako například průměrného či mediánového skóre pro každou z podmínek. Do obrázku se dá zahrnout rovněž rozpětí hodnot, které daný průměr reprezentuje.



# Kumulativní záznam (graf)

- Navržen Skinnerem
  - Primární způsob sběru dat v experimentální analýze chování
  - Kumulativní záznamník
  - Experimentální subjekt (např. holub) vytváří vlastní graf
  - Zobrazuje počet odpovědí na ose Y a čas na ose X.

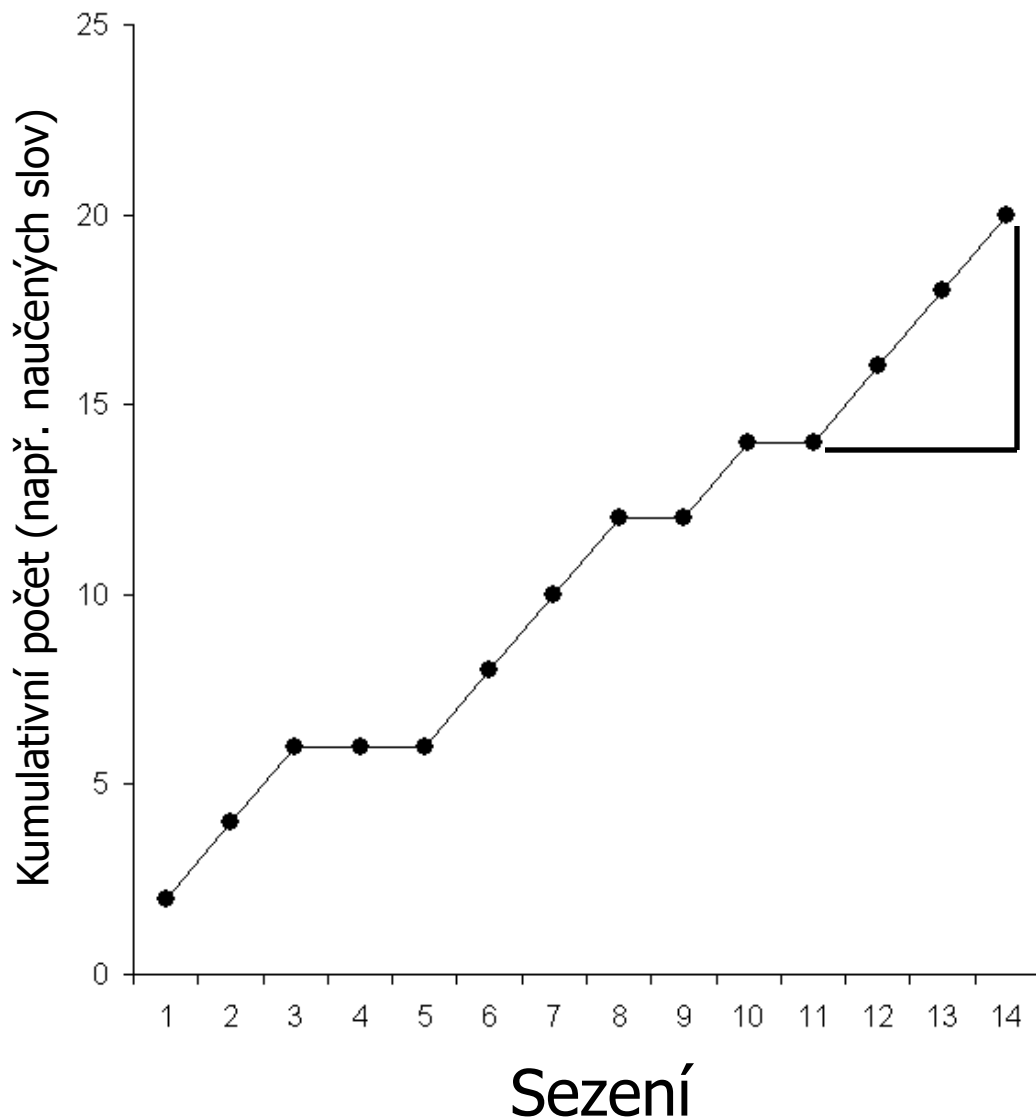
# Kumulativní záznam (graf)

- Počet odpovědí zaznamenaných během každého pozorování se přičte (proto pojem *kumulativní*) k celkovému počtu odpovědí zaznamenaných během všech předchozích pozorovacích období
  - Cumulative
- Osa-Y (vertikála)
  - Celkový počet odpovědí zaznamenaných od počátku sběru dat.

# Kumulativní záznam (graf)

- Co zobrazuje?
    - 1) Celkový počet odpovědí v kterémkoliv časovém bodě (v kterémkoliv okamžiku)
    - 2) Relativní frekvence odpovědí
- Čím je sklon sklon strmější, tím je frekvence vyšší.
- Celková frekvence odpovědi (za celé sledované období)
- Dílčí frekvence odpovědi (za dílčí část sledovaného období)

# Kumulativní záznam (graf)



Strmější sklon  
ukazuje vyšší  
frekvenci odpovědí

# Kumulativní záznam (graf)

- Kdy použít kumulativní graf?
  - Pokud lze postup k určitému cíli měřit pomocí Kumulativních jednotek

*Např., Počet nově naučených slov (mandů), počet uspořených desetikorun, počet uběhnutých kilometrů*

- Graf může sloužit jako osobní zpětná vazba

Jednoduše a jasně zobrazuje celkové zlepšení a relativní frekvenci

- Vhodný v případech, kdy se určité chování může za sezení vyskytnout pouze jednou
- ANO/NE (např. když ověřujeme, zda se student naučil nové slovo)
- Kumulativní záznamy mohou „odhalit složité vztahy mezi chováním a proměnnými v prostředí“

## Eqvidistantní grafy

- Všechny doposud probírané grafy byly grafy ekvidistantní!
- Vzdálenost mezi kterýmikoli dvěma sousedními body na každé z os je vždy stejná.
- Na ose  $x$  je vzdálenost mezi sezením 1 a 2 stejná jako vzdálenost mezi sezením 11 a 12;
- Na ose  $y$  je vzdálenost mezi 10 a 20 odpověďmi za minutu stejná jako vzdálenost mezi 35 a 45 odpověďmi za minutu.

# Semilogaritmický graf

- Ratio or multiply-divide charts
  - Jedna z os je škálována proporčně
  - Zdvojnásobení odpovědí ze 4 na 8 je zaznamenáno stejně jako z 50 na 100
- Změny v chování, které mají stejnou proporci se znázorňují na ose Y stejnou vertikální vzdáleností
- Čas, jenž postupuje ve stejných intervalech, osa x je odměřována ve stejně dlouhých intervalech a pouze osa y má logaritmické měřítko



# Semilogaritmický graf

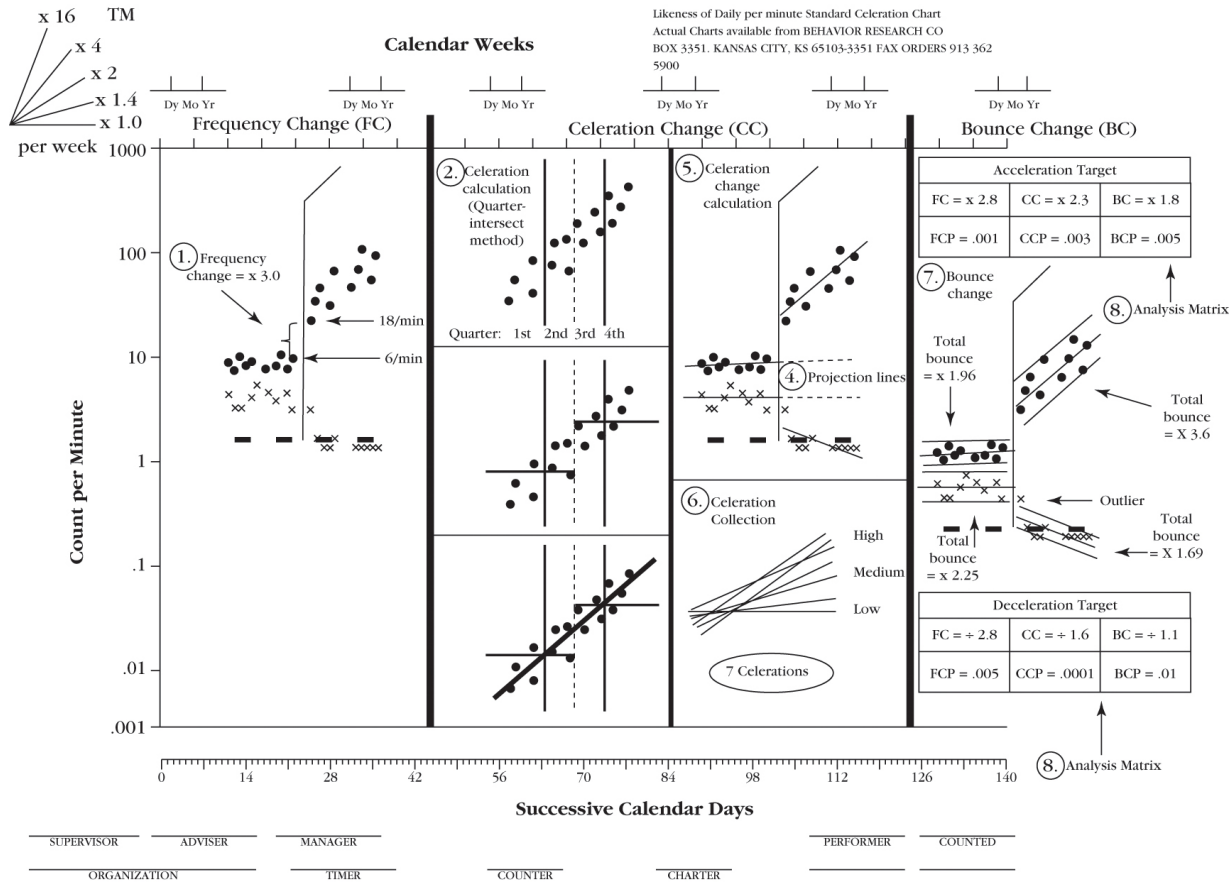
## Standardní celerační graf

- Navržen Ogdenem Lindsleyem
- Standardizovaná metoda pro
  - Záznam a analýzu změny frekvence chování v čase.





# Standardní celerační graf



From the Journal of Precision Teaching and Celeration, 19(1), p. 54. Copyright 2002 by The Standard Celeration Society. Used by permission.

# Standardní celerační graf

- Čtyři standardní grafy
  - Rozdílné stupnice na horizontální ose
    - Denní záznam (140 kalendářních dní)
    - Týdenní záznam
    - Měsíční záznam
    - Roční záznam
- Co je na něm standardního?
  - Konzistentně (standardně) ukazuje *celeraci* (*akceleraci, deceleraci*)

# Standardní celerační graf

- Celerace (akcelerace, decelerace)
  - lineární míra změny frekvence odpoví v čase, čili součinitele, jímž se frekvence za časovou jednotku násobí nebo dělí.
  - Pojmy *akcelerace* a *decelerace* se používají na označení zrychlujícího se nebo zpomalujícího se výkonu.

## Standard chart

- Přímka z dolního levého do pravého horního rohu  
Má vždy sklon  $34^\circ$  - celerační hodnota X2

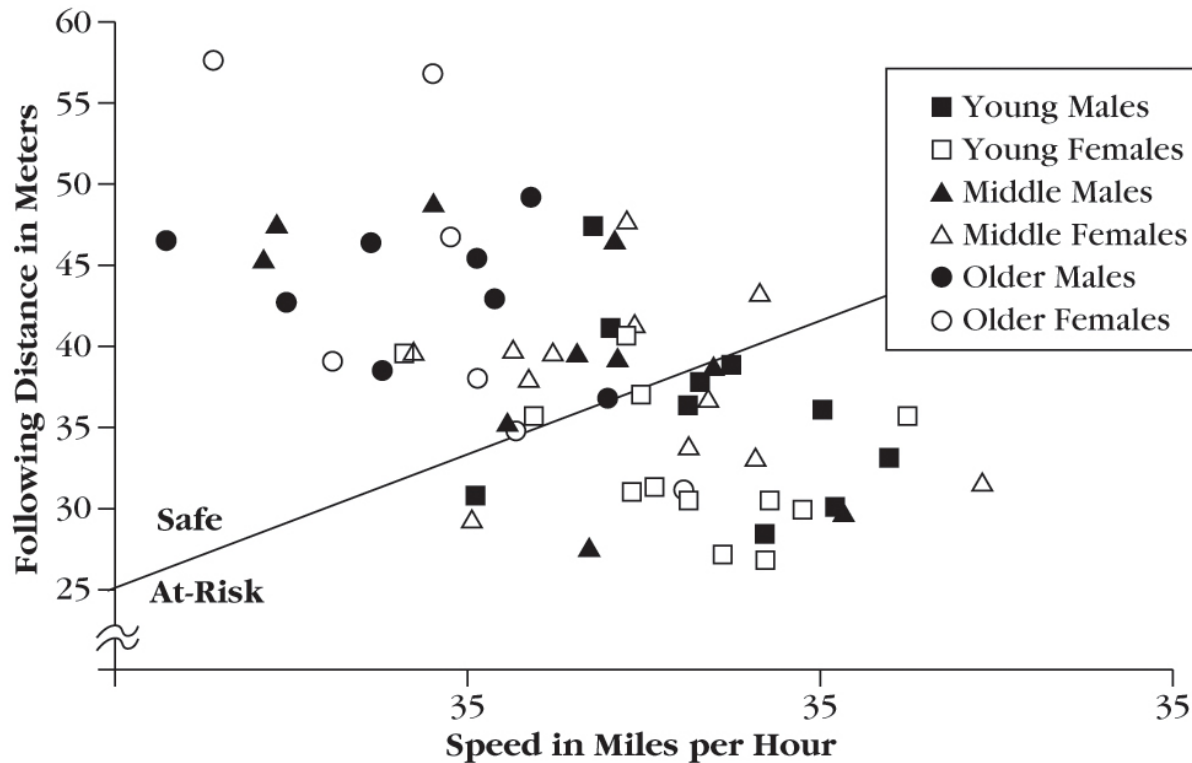
# Standardní celerační graf & Precision Teaching (Přesné učení)

- Precision Teaching (Přesné učení)
  - Systém rozhodování při výuce
  - Využívá standardních celeračních grafů
- Hlavní principy Přesného učení
  - Postup v učení je nejlépe sledován pomocí změny ve frekvenci odpovědí
  - učení nejčastěji probíhá formou relativních změn v chování,
  - minulé změny ve výkonu mohou poukazovat na budoucí postup v učení

# Bodový graf (scatterplot)

- Ukazují relativní rozmístění jednotlivých měření v datové sadě vzhledem k proměnným zachyceným na osách  $x$  a  $y$ . Datové body v bodovém grafu nejsou pospojované.
- Bodové grafy ukazují, do jaké míry korelují změny hodnot proměnné zobrazené na jedné ose se změnami hodnot proměnné zachycené na druhé ose.
- Bodové grafy mohou odkrýt vztahy mezi různými podmnožinami dat.
- Někdy jsou využívány k rozpoznávání vztahu cílového chování a jeho časové distribuce (např. během dne).

# Bodobý graf (scatterplot)



From "A Technology to Measure Multiple Driving Behaviors without Self-Report or Participant Reactivity" by T. E. Boyce and E. S. Geller, 2001, *Journal of Applied Behavior Analysis*, 34, p. 49. Copyright 2001 by the Society for the Experimental Analysis of Behavior, Inc. Used by permission.

## Tvorba liniového (čárového) grafu

- Správný graf data ukazuje:
  - Přesně
  - Úplně
  - Srozumitelně a jasně
  - Pomáhá provést vizuální analýzu jednoduše
  - Nesnaží se data zkreslit

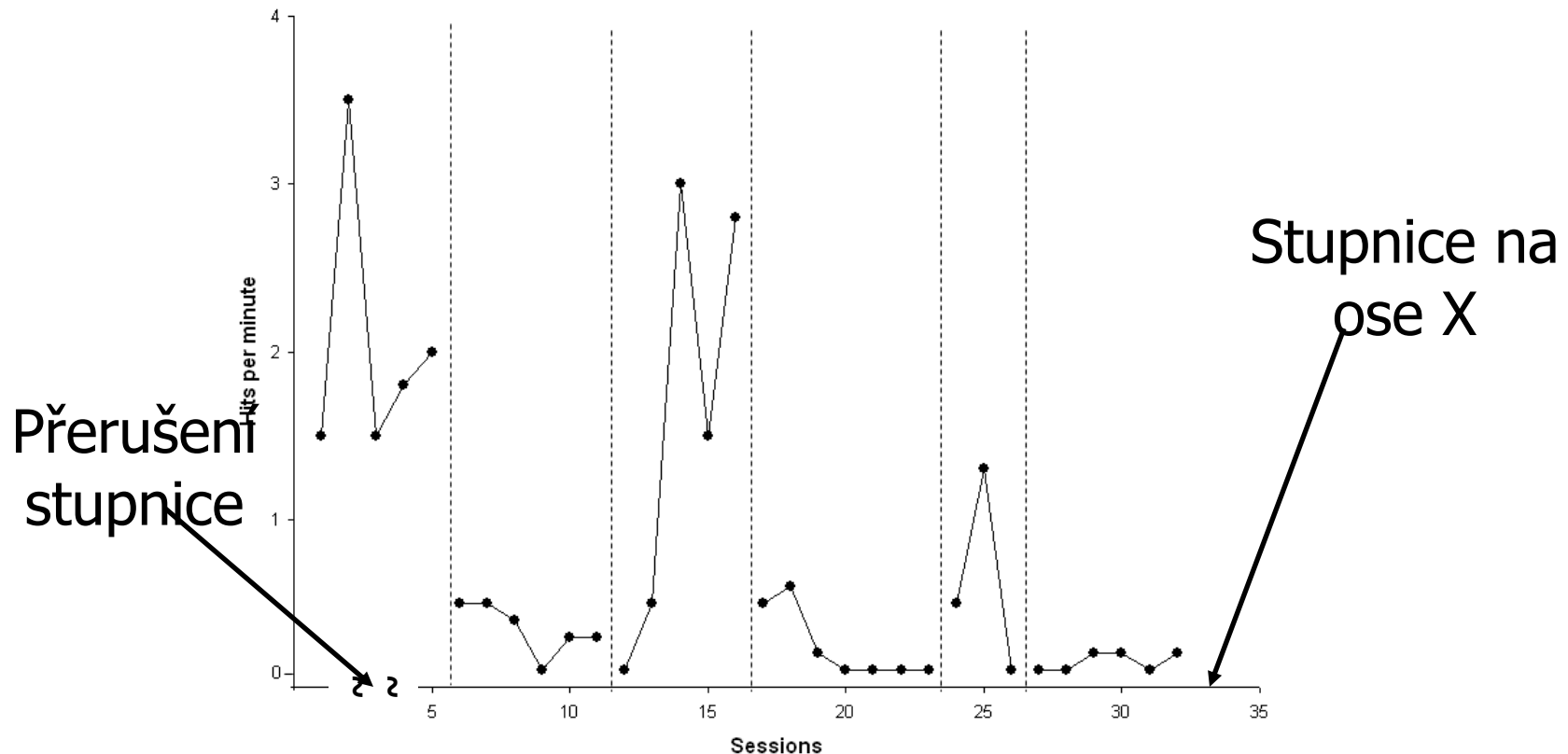
# Tvorba liniového (čárového) grafu

- Proporce mezi délkou a výškou grafu
- Svislá osa je přibližně dvoutřetinová oproti délce vodorovné osy. To funguje dobře pro většinu behaviorálních grafů
- Doporučení
  - 5:8; 3:4; 1:1.6 ratio y-axis to x-axis
- Horizontála
  - Vyznačte stejně dlouhé intervaly
  - Postupujte zleva doprava chronogicky
  - Na osu zakreslete čárky pro jednotlivé intervaly



# Tvorba liniového (čárového) grafu

- Použijte přerušení stupnice na ose X k označení discontinuity v čase (měření)



# Tvorba liniového (čárového) grafu

- Tvorba vertikální stupnice
  - Nejdůležitější část grafu
  - Počátek by měl začínat 0
  - Konec by měl reprezentovat celý rozsah naměřených dat

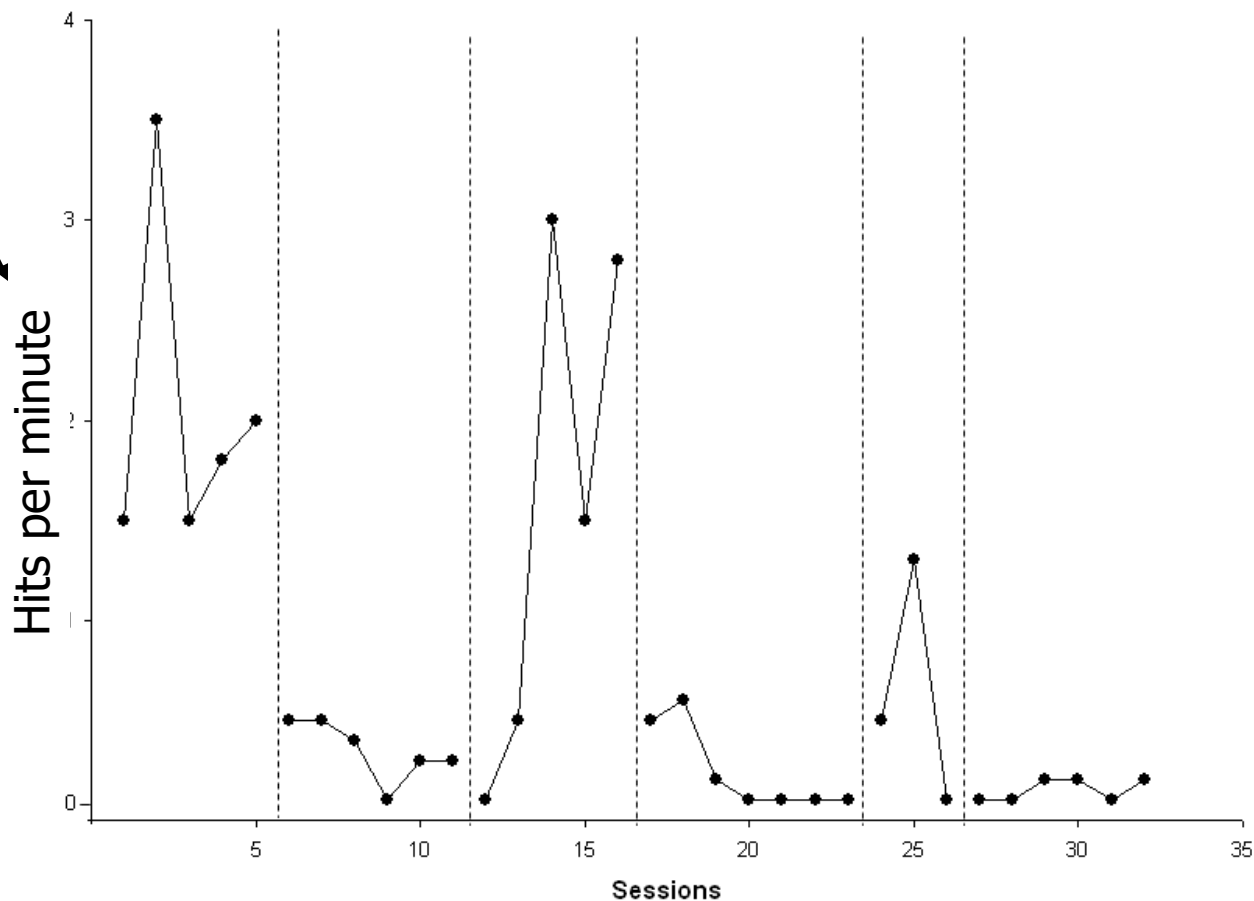
**TIP:** Vykreslete graf s různě vysokými vertikálami a sledujte, zda nejsou data nějak zkreslena a obtížně čitelná

- Pokud jsou i malé změny v chování sociálně signifikantní, pak osa-Y by měla reflektovat i malé změny na škále.

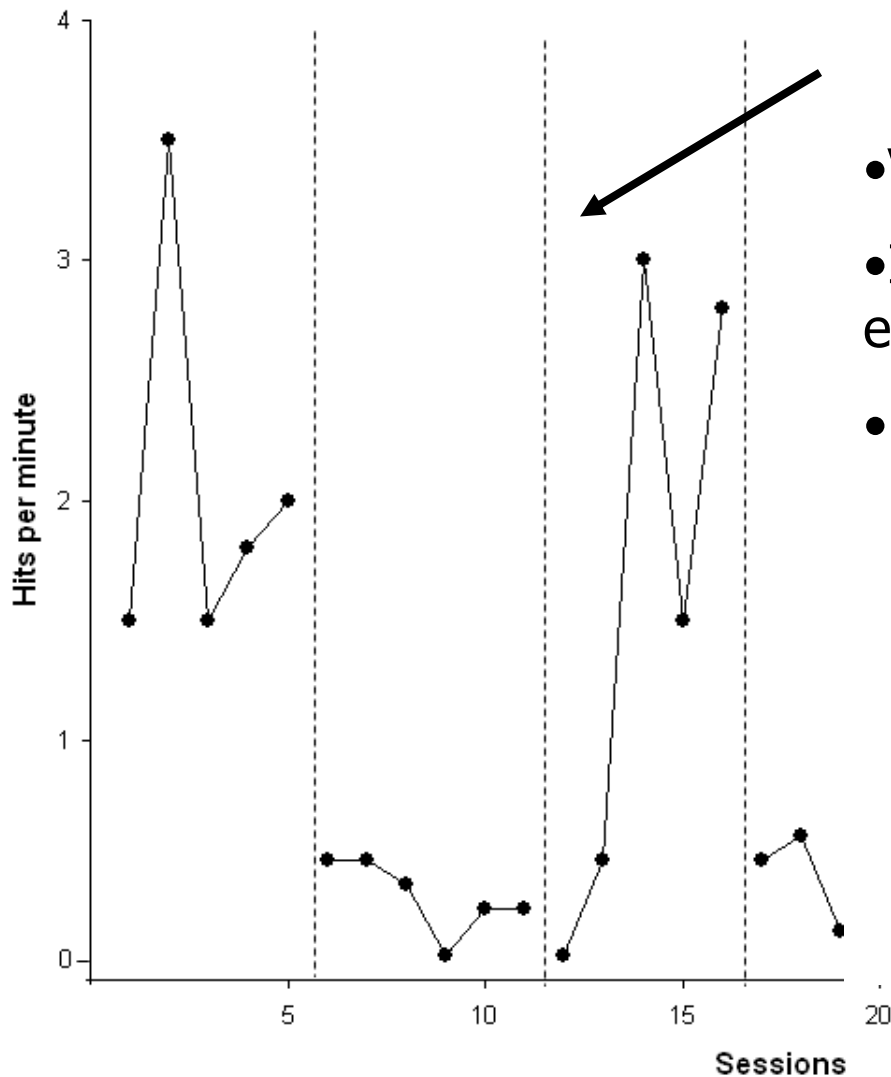
# Tvorba liniového (čárového) grafu

## Popisky

Stručná  
popiska osy  
Y,  
zarovnaní  
vlevo,  
vertikální tok  
písma



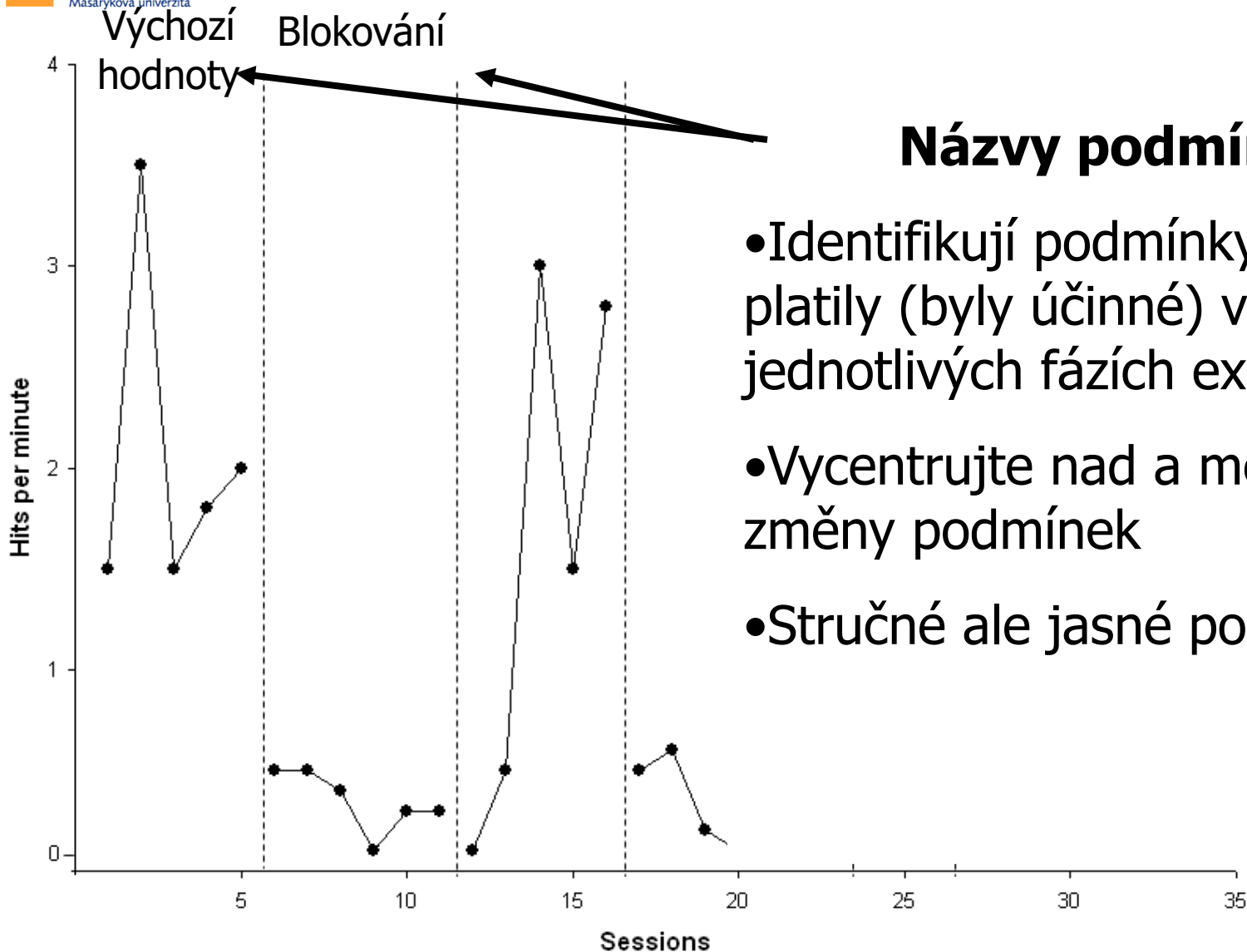
# Tvorba liniového (čárového) grafu



## Čáry změny podmínek

- Vertikální čáry
- Indikují změnu v intervenci nebo experimentálních podmínkách
- Plné nebo čárkované čáry
  - Hlavní změny – plné
  - Dílčí změny – čárkované
- Hvězdička (\*), šipka (→) nebo jiný symbol indikuje malé změny

# Tvorba liniového (čárového) grafu



## Názvy podmínek

- Identifikují podmínky, které platily (byly účinné) v jednotlivých fázích experimentu
- Vycentrujte nad a mezi čáry změny podmínek
- Stručné ale jasné popisky

# Tvorba liniového (čárového) grafu

- Vykreslení jednotlivých datových bodů
  - Používejte výrazné, jasně viditelné symboly (tečky, čtverečky, trojúhelníky)
  - Pro každou sadu dat použijte jiné symboly



# Tvorba liniového (čárového) grafu

- Datová trajektorie – použijte úsečky mezi datovými body

# Tvorba liniového (čárového) grafu

- DATOVÉ BODY NESPOJUJTE POKUD:....
  - Dva body jsou od sebe odděleny čarou změn podmínek
  - Uběhla podstatná doba, kdy chování nebylo měřeno (např. dítě onemocnělo)
  - Časová řada na ose X byla přerušena (např. letní prázdniny ve školním roce)
  - Data nebyla zaznamenána nebo byla ztracena
  - Jedná se o tzv. follow-up (následná kontrolní měření poté co uběhla nějaká doba)
    - S výjimkou, kdy je follow up proveden po stejné době jako jednotlivá sezení
  - Data se nacházejí mimo rozsah vertikální osy Y



# Tvorba liniového (čárového) grafu

- Používejte různé styly čar (např. přerušovaná, tečkovaná, čárkovaná) pro různé datové trajektorie v jednom grafu (např. trajektorie dvou různých chování) Jasně popište, co každá datová trajektorie představuje
  - Použijte šipky a doplňkovou legendu

# Tvorba liniového (čárového) grafu

- Název celého grafu
  - Umístěte název celého grafu a případně jeho další popis pod něj
  - Stručně a výstižně popište graf

Např. upozorněte čtenáře na některé skutečnosti v grafu, které by mohl lehce přehlédnout.

Např. změny škály na ose

Vysvětlete význam všech použitých symbol a zkratek.

Grafy v ABA mají jen jednu barvu – černou



# Tvorba liniového (čárového) grafu

Pojďme si to vyzkoušet!