

ЕФЕКАТ КОРЕКЦИЈЕ ГРЕШКЕ МЕРЕЊА ВРШНОГ ЕКСПИРИЈУМСКОГ ПРОТОКА ПИКФЛОУМЕТРОМ СА РАЈТОВОМ СКАЛОМ НА ПРОЦЕНУ ТЕЖИНЕ НАПАДА АСТМЕ КОД ДЕЦЕ

Драгана СТАМАТОВИЋ¹, Нада БОКАН-ЕРДЕЉАН²

¹Приватна педијатријска ординација *Primum vivere*, Крушевац;

²Универзитетска дечја клиника, Београд

КРАТАК САДРЖАЈ

Увод Мерење вршног експиријумског протока (PEF) је саставни део бројних смерница за лечење астме. Унапређеним калибрационим техникама установљена је нелинеарност традиционалне Рајтове (*Wright*) скале мерача PEF (пикфлоуметра). Од 1. септембра 2004. године у неким европским земљама саветована је примена пикфлоуметара са скалом чија је нелинеарност коригована (стандард ЕН13826). Корекција вредности PEF читаних на Рајтовој скали могућа је помоћу једначине др М. Милера (*Miller*).

Циљ рада Циљ рада је био да се процени у којој мери корекција вредности PEF утиче на интерпретацију резултата мерења и доношење одлуке у лечењу астме код деце.

Метод рада Испитано је 35 деце оболеле од интермитентне и 75 деце оболеле од стабилне перзистентне астме узраста 6-16 година, која су остварила 8.393 мерења PEF пикфлоуметром типа Виталограф (*Vitalograph*) са Рајтовом скалом. Добијене вредности изражене су пре и после корекције као проценат најбоље личне вредности (*personal best – PB*). Ефекат корекције анализиран је у односу на смернице Британског торакалног удружења за лечење егзацербације астме.

Резултати Уопштено, корекција снижава вредности PEF. Највеће просечно процентуално одступање (20,70%) коригованих вредности од измерених установљено је код испитаника који остварују *PB* у опсегу 250-350 *l/min*. Упркос томе, интерпретација PEF у овој подгрупи се кориговањем мења у само 2,41% мерења. Најмање просечно процентуално одступање (15,72%) уз истовремено највећи ефекат корекције на тумачење резултата (*y* 22,65% мерења) забележено је код деце чији је *PB* био већи од 450 *l/min*. Код укупно 73 испитаника (66,37%) корекција мења клиничко тумачење неких вредности PEF. Код 13 деце (11,8%) неке вредности после корекције указују на изостанак или блажи степен бронхоопструкције. Код 27 деце (24,54%) више од 10%, а код 11 (10%) више од 20% PEF добијених корекцијом указује на потребу за енергичнијим лечењем.

Закључак Анализа ефекта корекције вредности PEF читаних на Рајтовој скали указује на могућност прецењивања потребе за лечењем код млађе или ниже деце, а потцењивања код старије или више деце уколико се мерења врше старим типом пикфлоуметра. Кориговање нелинеарности скале предуслов је за ослањање водича за лечење астме на мерење PEF.

Кључне речи: пикфлоуметар; нелинеарност; деца; астма

УВОД

Мерење вршног експиријумског протока (*peak expiratory flow – PEF*) званично је препоручено и широко прихваћено као једноставно, јефтино и ефикасно помоћно средство за постављање дијагнозе астме и надзор оболелих особа [1, 2]. Први апарат за мерење PEF – пикфлоуметар конструисао је Рајт (*Wright*) 1958. године. Годинама касније PEF је мерен различитим типовима пикфлоуметара са Рајтовом скалом. Она је направљена на основу велике серије измерених експиријумских протока ваздуха и имала је једнак размак између подеока. Пре више од десет година тачност оригиналне Рајтове скале доведена је у питање. Употребом серије механички добијених репродукцибилних профила протока ваздуха који су првобитно коришћени за калибрисање спирометра, откривена је нелинеарност у њеном средњем делу [3, 4]. После саопштења о недовољној тачности пикфлоуметара, доктор Мартин Милер (*Miller*) је дефинисао особине PEF профила у популацији [5] и указао на ограничене калибрационе могућности система пумпи које је препоручило Америчко торакално удружење (*ATS*) [6, 7]. Унапређеном техником испитивања компјутерски контролисаном експлозивном декомпресијом откривене су нове грешке мерења које могу довести до неодговарајуће класификације особа оболелих од аст-

ме и погрешне процене тежине егзацербације [8, 9]. Због тога се од 1. септембра 2004. године у Великој Британији и неколико других европских земаља саветовала примена пикфлоуметара код којих је нелинеарност скале коригована (стандард ЕН13826). Очекује се да ће промена скале обезбедити висок степен тачности мерења приближан оном који се добија помоћу пнеумотахографа.

Већина писаних планова за самолечење особа оболелих од астме заснива се на терапијским зонама које су ограничене договорно одређеним вредностима PEF израженим као проценат у односу на референтну или најбољу личну вредност (*personal best – PB*). Преовлађује став да је *PB* најбоља индивидуална референтна вредност. У складу с променом положаја PEF дуж поменутих терапијских зона, болесник сам треба да предузме унапред разрађене кораке у лечењу. На сличан начин осмишљени су и многи алгоритми за лечење акутне егзацербације астме у ординацији лекара [1, 2]. Предуслов за ослањање ових алгоритама на мерење PEF је тачност инструмента за мерење. Највећи број особа оболелих од астме у овом тренутку и даље има пикфлоуметар са Рајтовом скалом. Осим тога, у току је велики број студија у којима су у употреби стари мерачи PEF. Стога се препоручује да се до замене пикфлоуметара вредности PEF читане на Рајтовој скали коригују на основу једначине др Миле-

ра [3, 10]. Познато је да се већина вредности *PEF* које остварују деца налази у опсегу 200-400 *l/min*, дакле, у делу традиционалне Рајтове скале, у којем је апсолутна грешка мерења највећа. У исто време уочена нелинеарност варира дуж скале, тако да корекција *PEF* и одговарајућег *PB* није пропорционална, па је и њихов однос после корекције промењен.

ЦИЉ РАДА

Циљ рада је био да се процени ефекат корекције вредности *PEF* читаних на традиционалној Рајтовој скали пикфлоуметра на основу једначине др Милера на интерпретацију резултата мерења и доношење одлуке у лечењу астме код деце.

МЕТОД РАДА

Ретроспективним дескриптивно-аналитичким истраживањем обухваћено је 110 деце оболеле од интермитентне астме или благог, односно средње тешког облика перзистентне астме. Деца су у периоду од јануара 1999. до маја 2003. године била укључена у студију чији је циљ била процена значаја мерења дневних варијација *PEF* испитаника оболелих од астме [11]. На почетку истраживања деца су детаљно прегледана и измерене су им телесна висина и маса. Функција плућа процењена је анализом кривуље проток-волумен добијене помоћу апарата Флоускрин (*Flowscreen-Jeager, Erich Jeager GmbH & Co KG Wuerzburg, Germany*). Сви испитаници су могли да користе инхалационе бета-2 агонисте кратког дејства (салбутамол 100 μg /удах) према потреби. Деца с перзистентном астмом примала су топијске кортикостероиде (флутиказон пропионат, 250 μg на дан у две дозе) током читавог периода надгледања. Свако дете добило је нови пикфлоуметар типа Виталограф (*Vitalograph, Buckingham, UK*) са традиционалном Рајтовом скалом. Техника мерења је детаљно објашњена и демонстрирана. Остварене вредности *PEF* испитаници су бележили у стандардни образац. Током дана требало је остварити најмање два мерења – јутарње и вечерње. Ако су коришћени бронходилататори, број мерења је био већи: четири пута дневно по два мерења (непосредно пре и 10 минута после примене лека). При сваком мерењу требало је начинити од три до пет маневара форсираног еспирајума како би се добиле најмање две вредности *PEF* које се међусобно разликују за највише 30 *l/min* [12]. Од свих вредности које показују овакав степен слагања, у образац је требало уписати највећу. Испитаници су надгледани од три до пет недеља. У периоду оптималне контроле болести одређен је *PB* сваког детета. За период оптималне контроле сматран је период од најмање две узастопне недеље без симптома болести и потребе за применом бронходилататора. Ради детаљније анализе ефекта корекције *PEF* на тумачење резултата, основна група испитаника је стратификована на основу опсега скале у којем дете остварује *PB*. Подгрупу 1 је чинило 13 деце која су остварила *PB* до вредности 250 *l/min*, подгрупу 2 је чинило 47 деце ко-

ја су остваривала *PB* у опсегу 250-350 *l/min*, подгрупу 3 су чинила 42 испитаника чији је *PB* био 350-450 *l/min*, док је у подгрупу 4 сврстано осам испитаника чији је *PB* био већи од 450 *l/min*. Корекција остварених вредности *PEF* извршена је на основу једначине: $PEF_{\text{кориговано}} = 0,00090 \times (PEF)^2 + 0,373 \times PEF + 47,4$ [3, 10]. Количник *PEF* и одговарајућег *PB* помножен са 100 и изражен као проценат узет је за индекс дестабилизације астме – *PEF/PB* (%). Све вредности индекса *PEF/PB* (%) пре кориговања разврстане су у три категорије које одговарају опсезима терапијских зона алгорита Британског торакалног удружења (*BTS*) за лечење акутне егзацербације астме [2]. У зону 1 су сврстане вредности *PEF* веће од 75% *PB*. Зона 2 обухватала је *PEF* у опсегу 50-75% *PB*, док су вредности мање од 50% *PB* припадале зони 3. По истом принципу разврставање је урађено после корекције *PEF*.

Статистичка анализа

Сва нумеричка обележја посматрања описана су класичним методима дескриптивне статистике. Статистичка поређења вршена су Студентовим *t*-тестом за везане и независне узорке или аналогним тестовима непараметарске статистике: Вилкосоновим (*Wilcoxon*) тестом и Ман-Витнијевим (*Man-Whitney*) *U*-тестом. За поређење учесталости коришћен је χ^2 -тест. При одређивању теоретских вредности тестова најмањи ниво значајности био је 0,05. Статистичка обрада података урађена је помоћу програмског пакета *SPSS v.7.5*.

РЕЗУЛТАТИ

Анализиране су вредности *PEF* добијене од 35 деце с интермитентном и 75 деце са перзистентним обликом астме (Табела 1). Између испитиваних група није било статистички значајних разлика у односу на основне одлике. Због тога је ефекат корекције *PEF* анализиран за групу у целини. Деведесет процената вредности *PEF* остварених у овом истраживању било је у опсегу 170-380 *l/min*. Ефекат корекције *PEF* на његову интерпретацију по подгрупама добијеним стратификацијом основне групе испитаника на основу *PB* приказан је у табели 2. Интермитентна и перзистентна астма у подгрупама биле су заступљене у упоредном односу ($p=0,069$).

За групу у целини установљено је да корекција смањује апсолутне вредности *PEF*, укључујући и *PB*, као и однос *PEF/PB* (%). На графикону 1 дат је упоредни приказ просечног процентуалног одступања (ППО) коригованих *PEF* и *PB* у односу на измерене вредности по подгрупама. Само у подгрупи 1 (најмлађа и истовремено најнижа деца) ППО вредности које су добијене корекцијом у односу на измерене вредности мање су за *PEF* (19,76%) него за *PB* (21,24%). Код ове деце се после корекције поправио однос *PEF/PB* (%). У подгрупама 2-4 је било обрнуто: *PEF* после корекције процентуално више одступа од измерених вредности него *PB*. Одступање је за обе вредности највеће, али међусобно најприближније у подгрупи 2 (20,70%

ТАБЕЛА 1. Основне одлике испитиваних група.
TABLE 1. Basic characteristics of the study groups.

Параметар Parameter	Испитаници с интермитентном астмом Patients with intermittent asthma	Испитаници с перзистентном астмом Patients with persistent asthma	<i>p</i>
Пол (дечаџи/девојџице) Sex (boys/girls)	21/14	45/30	1
Узраст (године) Age (years)	9.48±2.80	8.71±2.39	0.196
Телесна висина (cm) Height (cm)	141.17±16.03	136.71±14.11	0.178
Телесна маса (kg) Weight (kg)	35.60±11.52	33.33±10.64	0.299
Дужина надгледања (дани) Duration of monitoring (days)	28.03±6.64	28.36±7.20	0.754
FEV ₁ % референтне вредности FEV ₁ % predicted values	94.21±12.68	89.91±16.45	0.277
PB (l/min)	352.00±83.81	328.27±71.17	0.200

FEV₁ – форсирани експиријумски волумен у првој секунди; PB – најбоља лична вредност PEF
FEV₁ – forced expiratory volume in first second; PB – personal best PEF

ТАБЕЛА 2. Основне одлике подгрупа добијених стратификацијом основне групе на основу PB и приказ ефекта корекције PEF на индекс де-стабилизације астме PEF/PB (%) по подгрупама.

TABLE 2. Basic characteristics of the subgroups obtained by study group stratification based on PB and effect of PEF correction on asthma as related to destabilization index PEF/PB(%) in the subgroups.

Параметар Parameter	Укупно Total	Подгрупе* Subgroups*				
		1	2	3	4	
Број испитаника Number of subjects	110	13	47	42	8	
Број испитаника с интермитентном астмом/перзистентном астмом** Patients with intermittent asthma/persistent asthma**	35/75	4/9	9/38	19/23	3/5	
Узраст (године) Age (years)	8.95±2.94	6.6±0.63	7.54±1.47	10.69±2.21	12.07±1.98	
Телесна висина (cm) Height (cm)	138.13±14.82	123.69±7.43	129.17±8.50	148.17±10.18	161.50±9.47	
PEF (број мерења) PEF (number of measurements)	8383	965	3653	3174	601	
PEF (l/min)	Пре корекције Before correction	271.41±70.35	183.82±26.00	235.33±38.48	319.17±45.49	379.02±65.09
	После корекције After correction	219.37±62.65	146.99±18.00	186.35±30.04	260.00±42.24	321.87±71.63
PB (l/min)	Пре корекције Before correction	335.82±75.85	223.08±17.74	292.45±26.56	392.02±23.76	478.75±50.55
	После корекције After correction	279.30±76.22	175.66±13.55	234.12±23.89	332.44±25.79	434.27±66.75
PEF/PB (%)	Пре корекције Before correction	81.31±11.33	82.77±9.68	80.98±12.32	81.55±10.87	80.43±9.50
	После корекције*** After correction***	79.60±11.70	84.09±8.45	80.24±12.04	78.35±11.87	75.27±10.73
PEF _ф икт (%)***	↑	527 (6.2)	0 (0)	82 (2.25)	309 (9.74)	136 (22.63)
PEF _ц цi (%)***	↓	92 (1)	86 (8.9)	6 (0.16)	0 (0)	0 (0)

* Подгрупе су добијене стратификацијом основне групе испитаника на основу интервала скале у којем је остварен PB: 1 – PB<250 l/min; 2 – 250≤PB<350 l/min; 3 – 350≤PB<450 l/min; 4 – PB≥450 l/min

** *p*=0,069

*** *p*<0,01 за све подгрупе и групу у целини

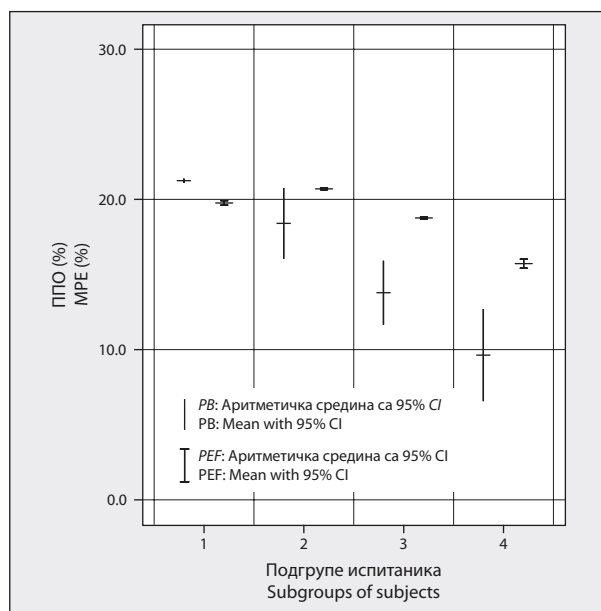
PEF – вршни експиријумски проток; PB – најбоља лична вредност PEF; PEF_фикт – PEF с измењеним клиничким тумачењем после корекције; ↑ – прелазак у вишу терапијску зону; ↓ – прелазак у нижу терапијску зону (Терапијске зоне одређене су на начин описан у одељку Метод рада: нижом терапијском зоном сматра се зона у којој је степен бронхоопструкције тежи и обележена је нижим бројем.)

*Subgroups are obtained by stratification of the basic study group based on scale interval with achieved PB: 1 – PB<250 l/min; 2 – 250≤PB<350 l/min; 3 – 350≤PB<450 l/min; 4 – PB≥450 l/min

** *p*=0.069

*** *p*<0.01 for all subgroups and whole study group

PEF – peak expiratory flow; PB – personal best PEF; PEF_ццi – PEF with changed clinical interpretation after correction; ↑ – transition into the higher therapy zone; ↓ – transition into the lower therapy zone. (Therapy zones are defined as described in the section Method: lower therapy zone is the zone with more severe degree of airflow limitation marked with the lower number.)



ППО – просечно процентуално одступање коригованих вредности *PEF* од измерених; *PEF* – вршни експиријумски проток; *PB* – најбоља лична вредност *PEF*; *CI* – интервал поверења

* Подгрупе испитаника: 1 – $PB < 250$ l/min; 2 – $250 \leq PB < 350$ l/min; 3 – $350 \leq PB < 450$ l/min; 4 – $PB \geq 450$ l/min

MPE – mean percentage error of corrected PEF; PEF – peak expiratory flow; PB – personal best PEF; CI – confidence interval

* Subgroups: 1 – $PB < 250$ l/min; 2 – $250 \leq PB < 350$ l/min; 3 – $350 \leq PB < 450$ l/min; 4 – $PB \geq 450$ l/min

ГРАФИКОН 1. Просечно процентуално одступање коригованих *PEF* и *PB* од измерених вредности са 95-процентним интервалом поверења. Приказ је дат по подгрупама добијеним стратификацијом основне групе на основу *PB*.

GRAPH 1. Mean percentage error of corrected PEF and PB from measured values with 95% confidence interval. Presentation is given for subgroups obtained by study group stratification based on PB.

за *PEF* и 18,40% за *PB*). Нешто мање одступање бележи се у подгрупи 3 (18,77% за *PEF* и 13,79% за *PB*), а најмање у подгрупи 4 (15,72% за *PEF* и 9,63% за *PB*). Са смањењем просечног процентуалног одступања, међутим, повећава се међусобна разлика у одступању ове две вредности, тако да је она највећа у подгрупи 4 (најстарија и највиша деца обухваћена истраживањем). Почевши од подгрупе 2, средње вредности индекса *PEF/PB* (%) се најпре лагано, а затим све изра-

зитије смањују у односу на вредности пре корекције. Установљене разлике између вредности индекса *PEF/PB* (%) пре и после корекције за све четири подгрупе су статистички високо значајне ($p < 0,01$). Број вредности *PEF* који корекцијом мења клиничко тумачење (*PEF*факт) такође је значајан ($p < 0,01$). Док у подгрупи 1 значајан број *PEF* прелази у вишу терапијску зону, која означава блажи степен или изостанак егзацербације астме, од подгрупе 2 према подгрупи 4 постепено се повећава број *PEF* који указују на тежи степен бронхоопструкције (Табела 2).

Ефекат корекције *PEF* на индивидуални терапијски приступ дат је у табели 3. Приближно једна трећина испитаника (37-33,63%) током читавог периода надгледања нема ниједну промену тумачења *PEF* после корекције. Код готово две трећине испитаника (73-66,37%) корекцијом неких вредности *PEF* мења се њихово клиничко тумачење. Код ове деце индекси *PEF/PB* (%) померају се у вишу или нижу терапијску зону и говоре о прецењеној или потцењеној потреби за применом лекова пре корекције. Код 26 испитаника (23,64%) забележено је више од 10% коригованих *PEF* који указују на тежу бронхоопструкцију и потребу за енергичнијим терапијским приступом, док је код 11 деце (10,0%) оваква промена забележена у више од 20% мерења.

ДИСКУСИЈА

Основна замисао аутора алгоритама за лечење акутне егзацербације астме у ординацији лекара и писаних планова за самолечење оболелих особа заснованих на мерењу *PEF* јесте да клиничка интерпретација резултата мерења буде конзистентна. Једна вредност требало би да има увек исто тумачење и исте клиничке последице. У пракси, међутим, свако мерење суочено је с грешкама у тачности и прецизности. Грешка у тачности представља систематску разлику између стварне и измерене вредности. Линеарност апарата показује колики је опсег тачних мерења [13]. Према критеријумима *ATS*, прихватљива тачност за пикфлоуметре је одступање од калибрационе вредности за $\pm 10\%$ или ± 10 l/min [13]. Критеријум *EPC* је строжи, дозвољава се одступање од $\pm 5\%$ или ± 5 l/min

ТАБЕЛА 3. Структура групе испитаника на основу ефекта корекције *PEF* на индивидуални терапијски приступ.

TABLE 3. Structure of the basic study group based on effect of PEF correction in personal management approach.

Параметар Parameter	Број испитаника (%) Number of subjects (%)	<i>PB</i> (l/min)	Број измерених <i>PEF</i> Number of measured PEF	
			Укупно Total	<i>PEF</i> факт (%) <i>PEF</i> факт (%)
A	13 (11.82)	235.77±29.71	1093	63 (5.76) ↓
B	37 (33.64)	288.92±37.84	2592	0 (0)
C	60 (54.54)	386.08±58.80	4708	522 (11.08) ↑

A – испитаници код којих неке вредности *PEF* после корекције указују на изостанак или блажи степен бронхоопструкције; B – испитаници код којих нема промене тумачења *PEF*; C – испитаници код којих неке вредности *PEF* после корекције указују на тежи степен бронхоопструкције; *PB* – најбоља лична вредност *PEF*; *PEF* – вршни експиријумски проток; *PEF*факт – *PEF* с измењеним клиничким тумачењем после корекције; ↓ – прелазак у нижу терапијску зону; ↑ – прелазак у вишу терапијску зону

A – subjects in whom some corrected values indicate absence or milder degree of airflow obstruction; B – subjects without effects on interpretation of PEF; C – subjects in whom some corrected values indicate more severe degree of airflow obstruction; PB – personal best PEF; PEF – peak expiratory flow; PEFfct – PEF with changed clinical interpretation after correction; ↓ – transition into lower therapy zone; ↑ – transition into higher therapy zone

[14]. При процени тачности шест различитих типова апарата с традиционалном Рајтовом скалом калибрацијом пумпом Арчија Пинкока (*Archie Pincock*), Милер и сарадници [3] су доказали да апарати остварују слично премашивање вредности за око 80 *l/min* у средњем делу скале између 300 и 500 *l/min*. Камаргос (*Camargos*) и сарадници [15] су испитали тачност девет различитих пикфлоуметара са Рајтовом скалом Џонсовом (*Jones*) пумпом. Критеријуми *ATS* били су испуњени у 34,7% мерења, а критеријуми *ERS* у само 22,2%. Фолџеринг (*Folgering*) и сарадници [16] су после поређења вредности *PEF* испитаника читаних на Флајшовом (*Fleish*) пнеумотахографу и серијски надовезаном пикфлоуметру саопштили да Мини-Рајт дозвољену грешку од 10% превазилази у 20%, а Виталограф у 18% мерења. И други аутори су дошли до сличних сазнања [17, 18].

Употреба апарата за који се знало да није довољно тачан последњих десет година оправдана је чињеницом да пикфлоуметар није спирометар и да се од њега не очекује апсолутна тачност. Оцењено је да је у овом случају прецизност важнија од тачности [13]. Прецизност представља способност апарата да покаже исту или приближну вредност при понављањем мерења истих познатих величина чак и када измерена вредност није тачна. Грешка у прецизности је нумеричка разлика између узастопних мерења [13]. Ако се мерење увек врши истим апаратом, он ће за исту особу показивати осцилације чија би интерпретација требало да буде довољно информативна без обзира на недовољну тачност. Ово се може упоредити с понављаним мерењем на истој недовољно тачној ваги. Упркос нетачности, имамо добар увид у то да ли губимо или добијамо на тежини. Већина мерних инструмената има бољу прецизност него тачност. Опсежна анализа прецизности 357 пикфлоуметара које је користило 255 испитаника, остваривши 1.026 мерења током 26 недеља, показала је задовољавајућу просечну прецизност од 1,2% (0,06-11,5%) [19]. Међутим, апсолутна вредност *PEF* нема посебан значај јер се не може поредити између деце различитог узраста, пола, висине и етничког порекла. С друге стране, она није од велике користи ни за појединца будући да зависи од антропометријских мера које се у детињству брзо и интензивно мењају. Због тога се изражава као проценат референтне или најбоље личне вредности (*PB*). Практични аспект установљене нетачности пикфлоуметара са Рајтовом скалом је условљен чињеницом да је нетачност променљива дуж скале. Непропорционална корекција *PEF* и одговарајућег *PB* мења њихов однос, а његова промена утиче на клиничку поруку коју болесник или лекар добијају. Нетачност пикфлоуметра на тај начин добија нову димензију. Корекција вредности *PEF* на основу регресионе једначине др Милера доводи до промене не само апсолутне вредности *PEF*, већ и до значајне промене клиничке интерпретације резултата мерења. За групу у целини просечна вредност индекса *PEF/PB* (%) се смањује од вредности 81,31% до 79,60%. Ова промена, упркос статистичкој значајности, не изгледа клинички значајна. Вредности 81,31% и 79,60% приближне су средњим вредностима индекса *PEF/PB* (%) пре и после корекције у подгрупи 2 ($250 \leq PB < 350$), у којој је

ефекат корекције *PEF* на промену индекса *PEF/PB* (%) најмањи (Табела 2). У исто време ова деца остварила су највећи број мерења (3.653), тако да „повлаче“ мере централне тенденције целе групе у свој опсег. Након стратификације основне групе, значај корекције *PEF* је очигледнији. Најмлађа и најнижа деца (подгрупа 1) поправљају однос *PEF/PB* (%), док се он постепено смањује од подгрупе 2 према подгрупи 4, у којој су најстарија и највиша деца. Упркос томе што кориговане вредности *PEF* у подгрупи 2 највише (20,70%), а у подгрупи 4 најмање (15,72%) одступају од измерених, клиничко тумачење *PEF* се у подгрупи 2 знатно мења, а у подгрупи 4 много значајније. Просечно процентуално одступање за *PEF* и *PB* у подгрупи 2 је највеће, али истовремено и међусобно најприближније, тако да се ефекат корекције најмање одражава на однос *PEF/PB* и на његову клиничку интерпретацију. Просечна вредност индекса *PEF/PB* (%) у подгрупи 2 смањује се за само 0,74%, а клиничко тумачење *PEF* мења се у свега 2,41% мерења. У подгрупи 4 смањење просечне вредности индекса је изразитије (за 5,16%), док више од петине резултата мерења (22,63%) после корекције сведочи о тежем степену бронхоопструкције. Нелинеарност традиционалне Рајтове скале, дакле, у најмањој мери утиче на интерпретацију резултата који се остварују у делу у којем измерене вредности највише одступају од правих (опсег традиционалне скале 250-350 *l/min*). И обрнуто, учесталост и степен дестабилизације астме су озбиљно потцењени код деце која остварују вредности *PEF* у делу скале у којем су нелинеарност и степен корекције вредности *PEF* најмањи (деца чији је *PB* већи од 450 *l/min*) због најнеравномерније корекције *PEF* и одговарајућег *PB* (Графикон 1).

Сличне резултате саопштили су и други аутори. Слај (*Sly*) и сарадници [20] су анализирали клиничку поруку коју даје пикфлоуметар са Рајтовом скалом у поређењу с оном коју даје спирометар. Дошли су до закључка да пикфлоуметар не открива сва клинички значајна погоршања функције плућа и да може да потцени тежину напада астме. Вард (*Ward*) и сарадници [21] су после корекције измерених вредности *PEF* сопственом регресионом једначином установили да корекција има најмањи ефекат на средњу вредност *PEF*. Међутим, анализом промена коригованих вредности *PEF* по данима откривен је значајан утицај повећаног аерозагађења на функцију плућа испитаника. Овај ефекат остаје неоткривен ако се вредности не коригују. Мајлс (*Miles*) и сарадници [22] су надгледали групу од 114 испитаника с тешком перзистентном астмом која је бележила *PEF* током две недеље или дуже. Дневна варијабилност *PEF* израчунавана је пре и после корекције. Број дана у којим је контрола астме задовољавајућа смањује се са 46% на 36% после корекције. Ако се руководе вредностима после корекције, испитаници ће уместо у 16% случајева применити системске кортикостероиде у 26%. Дневна варијабилност *PEF* је потцењена код 30% испитаника ако се вредности не коригују. У овом истраживању анализа ефекта корекције *PEF* на индивидуални терапијски приступ показује да се он мења код две трећине деце (66,37%). Код више од половине деце (54,55%) јавља

се потреба за енергичнијим лечењем. У групи деце у које се у више од 20% мерења клиничко тумачење *PEF* мења, просечан *PV* је 429,02 *l/min*.

На крају, потребно је нагласити да су групу у овом истраживању чинила деца која болују од интермитентне или перзистентне астме а лече се топијским кортикостероидима, која претежно остварују *PEF* приближан *PV*. Код њих је ефекат корекције *PEF* на однос *PEF/PV* (%) изражен у најмањој мери. Када би се у истраживање укључила деца с нестабилном астмом, број вредности *PEF* које корекцијом мењају тумачење био би знатно већи.

ЗАКЉУЧАК

Болесници који користе план за самолечење и лекари који се ослањају на алгоритме водича за лечење акутне бронхоопструкције требало би да имају на уму да пикфлоуметри с традиционалном Рајтовом скалом могу довести до прецењивања потребе за применом лекова код млађе или ниже и значајног потцењивања код старије или више деце. Употреба једначина за кориговање *PEF* компликована је и непрактична у кућним и амбулантним условима.

Писани план за самолечење особа оболелих од астме заснован на мерењу *PEF* уведен је у праксу пре нешто више од десет година. Требало би да бележење функције плућа пикфлоуметром код куће омогући рано препознавање почетка напада, благовремену примену одговарајућих терапијских мера и процену одговора на њих. Крајњи циљ је унапређење лечења и исхода астме. Данас, после десет година, још нема чврстих доказа да је план лечења заснован на мерењу *PEF* у предности над планом који се ослања на праћење симптома болести [23]. Корекција нелинеарности скале пикфлоуметра неопходна је како за примену планова за самолечење особа оболелих од астме заснованих на мерењу *PEF*, тако и за процену њиховог ефекта на исход болести.

ЛИТЕРАТУРА

- National Heart, Lung, and Blood Institute. Global strategy for asthma management and prevention, issued January 1995 NIH pub. No 02-3659. Revised 2002.
- British Thoracic Society/Scottish Intercollegiate Guidelines Network. British guideline on the management of asthma, Annex 8, 2003. <http://www.britthoracic.org.uk/docs/asthmafull.pdf> (accessed April 2004).
- Miller MR, Dickinson SA, Hitchings DJ. The accuracy of portable peak flow meters. *Thorax* 1992; 47:904-9.
- Gardner RM, Crapo RO, Jackson BR, Jensen RL. Evaluation of accuracy and reproducibility of peak flow meters at 1400 m. *Chest* 1992; 101:948-52.
- Miller MR, Pedersen OF, Quanjer PhH. The rise and dwell time for peak expiratory flow in patients with and without airflow limitation. *Am J Respir Crit Care Med* 1998; 158:23-7.
- Hankinson JL, Reynolds JS, Das MK, Viola JO. Method to produce American Thoracic Society flow-time waveforms using a mechanical pump. *Eur Respir J* 1997; 10:690-4.
- Miller MR, Jones B, Xu Y, Pedersen OF, Quanjer PhH. Peak expiratory flow profiles delivered by pump systems: limitations due to wave action. *Am J Respir Crit Care Med* 2000; 161:1887-96.
- Pedersen OF, Miller MR. The Peak Flow Working Group: test of portable peak flow meters by explosive decompression. *Eur Respir J* 1997; 24(Suppl):23s-5s.
- Miller MR, Atkins PR, Pedersen OF. Inadequate peak expiratory flow meter characteristics detected by a computerized explosive decompression device *Thorax* 2003; 58(5):411-6.
- Miller M. Peak expiratory flow meter scale changes: implications for patients and health professionals. *Airways J* 2004; 2(2):80-2.
- Stamatović D. Značaj merenja dnevnih varijacija vršnog ekspirijumskog protoka kod dece sa astmom [magistarska teza]. Beograd: Medicinski fakultet; 2004.
- Enright P, Duane L, Lebowitz M. Ambulatory monitoring of peak expiratory flow reproducibility and quality control. *Chest* 1995; 107:657-61.
- American Thoracic Society. Standardization of spirometry. 1994 update. *Am J Respir Crit Care Med* 1995; 152:1107-36.
- Quanjer PH, Lebowitz MD, Gregg J, et al. Peak expiratory flow: conclusions and recommendations of a Working Party of the European Respiratory Society. *Eur Respir J* 1997; 10(Suppl):2s-8s.
- Camargos PA, Ruchkys VC, Dias RM, Sakurai E. Accuracy of Mini Wright peak expiratory flow meters. *J Pediatr (Rio J)* 2000; 76(6):447-52.
- Folgering WVD, Brink OV, Heeswijk CV, Herwaarden CV. Eleven peak flow meters: a clinical evaluation. *Eur Respir J* 1998; 11:188-93.
- Shapiro SM, Hendler JM, Ogirala RG, Aldrich TK, Shapiro MB. An evaluation of the accuracy of Assess and MiniWright peakflow meters. *Chest* 1991; 99:358-62.
- Hankinson JL, Filios MS, Kinsley KB, Petsonk EL. Comparing Mini Wright and spirometar measurements of peak expiratory flow. *Chest* 1995; 108:407-10.
- Irvin CG, Martin RJ, Chinchilli VM, et al. The Asthma Clinical Research Network (ACRN). Quality control of peak flow meters for multicenter clinical trials. *Am J Respir Crit Care Med* 1997; 156:396-402.
- Sly PD, Cahill P, Willet K, Burton P. Accuracy of mini peak flow meters in indicating changes in lung function in children with asthma. *BMJ* 1994; 308:572-4.
- Ward DJ, Miller MR, Walters S, Harrison RM, Ayres JG. Impact of correcting peak flow for nonlinear errors on air pollutant effect estimates from a panel study. *Eur Respir J* 2000; 15:137-40.
- Miles JE, Tunnicliffe W, Cayton RM, Ayres JG, Miller MR. Potential effects of correction of inaccuracies of the mini-Wright peak expiratory flow meter on the use of an asthma self-management plan. *Thorax* 1995; 51:403-6.
- Gibson PG, Powell H. Written action plans for asthma: an evidence-based review of the key components. *Thorax* 2004; 59:94-9.

EFFECTS OF NONLINEAR ERROR CORRECTION OF MEASUREMENTS OBTAINED BY PEAK FLOWMETER USING THE WRIGHT SCALE TO ASSESS ASTHMA ATTACK SEVERITY IN CHILDREN

Dragana STAMATOVIĆ¹, Nada BOKAN-ERDELJAN²

¹Private Paediatric Practice "Primum vivere", Krusevac; ²University Children's Hospital, Belgrade

Introduction Monitoring of peak expiratory flow (PEF) is recommended in numerous guidelines for management of asthma. Improvements in calibration methods have demonstrated the inaccuracy of original Wright scale of peak flowmeter. A new standard, EN 13826 that was applied to peak flowmeter was adopted on 1st September 2004 by some European countries. Correction of PEF readings obtained with old type devices for measurement is possible by Dr M. Miller's original predictive equation.

Objective Assessment of PEF correction effect on the interpretation of measurement results and management decisions.

Method In children with intermittent (35) or stable persistent asthma (75) aged 6-16 years, there were performed 8393 measurements of PEF by Vitalograph normal-range peak flowmeter with traditional Wright scale. Readings were expressed as percentage of individual best values (PB) before and after correction. The effect of correction was analysed based on The British Thoracic Society guidelines for asthma attack treatment.

Results In general, correction reduced the values of PEF ($p < 0.01$). The highest mean percentage error (20.70%) in the measured values was found in the subgroup in which PB ranged between 250 and 350 l/min. Nevertheless, the interpretation of PEF after the correction in this subgroup changed in only 2.41%

of measurements. The lowest mean percentage error (15.72%), and, at the same time, the highest effect of correction on measurement results interpretation (in 22.65% readings) were in children with PB above 450 l/min. In 73 (66.37%) subjects, the correction changed the clinical interpretation of some values of PEF after correction. In 13 (11.8%) patients, some corrected values indicated the absence or a milder degree of airflow obstruction. In 27 (24.54%) children, more than 10%, and in 12 (10.93%), more than 20% of the corrected readings indicated a severe degree of asthma exacerbation that needed more aggressive treatment.

Conclusion Correction of PEF values obtained by peak flowmeters with traditional Wright scale shows a possibility of overtreatment in younger or short stature children and undertreatment in older or taller ones if we use old type of metres. The correction of peak flowmeter for non-linear error is a prerequisite in the application of asthma guidelines in PEF measurements.

Key words: peak flowmeter; non-linearity; children; asthma

Dragana STAMATOVIĆ
Kolubarske bitke 26, 37000 Kruševac
Tel/faks: 037 423 232
E-mail: primumvivere@ptt.yu