

UTJECAJ METEOROLOŠKIH PARAMETARA NA ASTMATIČNE NAPADAJE U DJECE

The influence of meteorological parameters on asthmatic attacks in children

KSENIJA ZANINOVIĆ¹ i MILJENKO RAOS²

¹Državni hidrometeorološki zavod
Grič 3, 10000 Zagreb, Hrvatska

² Specijalna bolnica za bolesti dišnog sustava djece i mladeži
Srebrnjak 100, 10000 Zagreb, Hrvatska

zaninovic@cirus.dhz.hr

Primljeno 30. siječnja 2002, u konačnom obliku 11. veljače 2003.

Sažetak: Proučavan je utjecaj meteoroloških parametara (srednja, minimalna i maksimalna temperatura zraka, amplituda temperature, relativna vlažnost, tlak zraka, trajanje sijanja sunca, interdiurne promjene temperature i tlaka zraka, osjet ugodnosti i stabilnost atmosfere) na astmatične napadaje kod djece liječene u bolnici Srebrnjak u Zagrebu tijekom 1984. godine. Analiza je provedena posebno za sva godišnja doba, za topli dio godine (IV–IX) i hladni dio (X–III), te za godinu u cjelini. Kod proračuna je uzeta u obzir učestalost i težina astmatičnih napadaja. Ustanovljeno je da su korelacijske veze između astmatičnih napadaja i meteoroloških parametara najizraženije zimi, ljeti su manje, a najslabije su u prijelaznim godišnjim dobima. Korelacijske su veze najčvršće između temperaturnih parametara i astmatičnih napadaja, posebno zimi i u hladnom dijelu godine. Zimi i u hladnom dijelu godine ima više astmatičnih napadaja što je temperatura zraka niža i uz zahlađenje, a ljeti uz više temperature zraka i zatopljenje. U obje se sezone za povećani broj astmatičnih napadaja karakteristični viši tlak zraka, niža relativna vlažnost, dulje trajanje sijanja sunca, te porast tlaka zraka. U ostalim sezonama te u toplom dijelu godine, kao i za godinu u cjelini, veze između astmatičnih napadaja i meteoroloških parametara ne ukazuju na to koje bi vremenske situacije mogle pogodovati povećanom broju astmatičnih napadaja.

Ključne riječi: astmatični napadaji, meteorološki parametri, koeficijenti korelacije

Abstract: The influence of meteorological parameters (mean, minimum and maximum temperature, daily temperature range, relative humidity, air pressure, insolation, interdiurnal temperature and air pressure changes, thermal sensation and stability of the atmosphere) on asthmatic attacks in children treated at the Hospital for Breathing Diseases in Zagreb during 1984 is analysed. The investigation has been performed separately for each season, for the cold part (October to March) and warm part (April to September) of the year and for the whole year. Both the frequency and intensity of asthmatic attacks have been taken into account. The correlation coefficients between asthmatic attacks and meteorological parameters are the most pronounced during winter, less during summer and the least during spring and autumn. The correlations are the strongest between temperature parameters and asthmatic attacks, especially in winter and the cold part of the year. In winter and the cold part of the year, asthmatic attacks are more frequent as the air temperature is lower and as it gets colder, while in summer, they are more frequent at higher air temperatures and when it is getting warmer. In both seasons, asthmatic attacks are more frequent in situations with higher air pressure, lower relative humidity, greater insolation and a positive air pressure tendency. In the other seasons, in the warm part of the year as well as during the whole year, the correlations between asthmatic attacks and meteorological parameters do not indicate at any weather situation leading to a greater frequency of asthmatic attacks.

Key words: asthmatic attacks, meteorological parameters, correlation coefficients

1. UVOD

Smatra se da je astma jedna od bolesti čije je pojavljivanje u velikoj mjeri ovisno o vremenu. Većina autora ističe povezanost s niskim temperaturama zraka ili sa zahlađenjem. Tako su Tromp (1957, 1963, 1977, 1980), te Tromp i Bouma (1965) ustanovili utjecaj prodora hladnih zračnih masa, posebno polarnih i kontinentalnih, na povećani broj astmatičnih napadaja. Derrick (1969) i Goldstein (1980) ističu povezanost astmatičnih napadaja s prolazom hladne fronte, a Derrick, koji je analizu napravio za Australiju, posebno ističe nepovoljan utjecaj hladnih i suhih zračnih masa antarktičkog podrijetla. Slični su rezultati dobiveni i u istraživanjima u Yokohami (Aihara i Aihara, 1996), Birminghamu (McGregor *et al.*, 1996) i Tokiju (Ito *et al.*, 1999). U Yokohami je ustanovljeno da je smrtnost od astme veća uz niže temperature i vlažnost zraka te uz viši tlak zraka, u bolnici u Birminghamu se u hladnim anticiklonalnim situacijama primao veći broj pacijenata s astmatičnim napadajima, a u jednoj bolnici u Tokiju veći prijem astmatičnih bolesnika zabilježen je u situacijama sa zahlađenjem. U prilog tim rezultatima govore i uočeni efikasni utjecaj terapije toplim i vlažnim zrakom kod astmatičara (Millqvist *et al.*, 1995). Međutim uočen je i nepovoljan utjecaj visokih temperatura na pojavu astmatičnih napadaja (Ito *et al.*, 1989).

U Hrvatskoj je u suradnji s Lječilištem za djecu astmatičare u Velom Lošinj u prije desetak godina istraživao utjecaj vremena na astmatične napadaje i izrađeno je nekoliko studija koje do sada nisu objavljene. Grupa autora je 1994. godine izdala priručnik za bolesnike *Astma i kronični bronhitis*, koji u jednom poglavlju obrađuje i temu utjecaja vremena na astmu (Pleško i dr, 1994).

2. MATERIJALI I METODE

Veza između astmatičnih napadaja i meteoroloških parametara određivana je na temelju podataka o učestalosti i jačini astmatičnih napadaja kod djece (ukupno njih 84) primljene na liječenje u Bolnicu za tuberkulozu pluća i plućne bolesti djece i omladine u Zagrebu tijekom 1984. godine.

Meteorološki parametri mjereni su na meteorološko-aerološkom opservatoriju Zagreb-Maksimir. Proučavana je ovisnost astmatičnih napadaja o srednjoj, minimalnoj i maksimalnoj temperaturi zraka, amplitudi temperature, relativnoj vlažnosti zraka, tlaku zraka, trajanju sijanja sunca, interdiurnim promjenama temperature i tlaka zraka, osjetu ugodnosti i stabilnosti atmosfere.

Kod astmatičnih napadaja uzimana je u obzir učestalost i težina astmatičnih napadaja, tako da je broj lakših astmatičnih napadaja uziman bez korekcija, broj astmatičnih napadaja srednje jačine pomnožen je s faktorom 2, a broj težih astmatičnih napadaja s faktorom 3 – to znači da jedan teži astmatični napadaj ima težinu kao tri lakša napadaja. U daljnjem tekstu govorit će se radi jednostavnosti o učestalosti ili broju astmatičnih napadaja (otežani astmatični napadaji), ali treba imati na umu da se zapravo radi o izvedenim veličinama.

Pretpostavljeno je da uzrok povećanom broju astmatičnih napadaja u pojedinim danima može biti vrijeme. Stoga su odabrani oni dani (dani n) u kojima je zabilježeno mnogo astmatičnih napadaja (više od sume srednjaka i standardne devijacije, $> \bar{x} + \sigma$). Utjecaj meteoroloških parametara na učestalost i intenzitet astmatičnih napadaja proučavan je na temelju korelacijskih veza među njima u sedmodnevnim razdobljima oko dana n , jer se pretpostavlja da na pojavu bolesti ne utječe samo vrijeme u danu nastupa bolesti, već i u susjednim danima. Analize su provedene za sva godišnja doba, za hladni dio godine (X–III) i topli dio (IV–IX), te za godinu u cjelini.

3. REZULTATI

Tijekom 1984. godine u bolnici na Srebrnjaku primljeno je na liječenje zbog astmatičnih napadaja 84 djece. Neka od djece primljena su nekoliko puta tijekom godine u bolnicu, neki samo jednom. Ukupno je bilo 322 intervencije, međutim, ako se uvaži i intenzitet astmatičnih napadaja, bilo je 634 otežana astmatična napadaja. Izdvojeno je 54 slučaja kada je broj otežanih astmatičnih napadaja bio veći od $\bar{x} + \sigma$. Najviše astmatičnih napadaja zabilježeno je u svibnju, a može se pretpostaviti da je cvjetanje biljaka moglo biti uzrokom velikom dijelu

napadaja u tom mjesecu. Sljedeći po učestalosti napadaja jest rujan, a najmanje je napadaja zabilježeno u veljači.

Analiza je pokazala da je ovisnost otežanih astmatičnih napadaja o meteorološkim parametrima najizraženija zimi, ljeti i u hladnom dijelu godine. Zimi su najčvršće veze s temperaturnim parametrima, pri čemu se pokazalo da je više astmatičnih napadaja što su temperature zraka niže (tab. 1). Negativni koeficijenti korelacije između astmatičnih napadaja i srednjih, maksimalnih i minimalnih temperatura zraka pojavljuju se u većini dana analiziranog sedmodnevnog razdoblja, ali su značajni samo za srednje i maksimalne temperature dva dana nakon dana n s mnogo astmatičnih napadaja. Nepovoljnost hladnih zimskih razdoblja za pojavu astmatičnih napadaja potvrđuju i negativni koeficijenti korelacije između osjeta ugodnosti TWH i astmatičnih napadaja, iako su statistički nesigurni. Nadalje, analiza koeficijenata korelacije u sedmodnevnom razdoblju oko dana s mnogo astmatičnih napadaja ukazuje da je astmatičnih napadaja to više što je viši tlak, niža relativna vlažnost zraka, te uz dulje trajanje sijanja sunca, jače strujanje, manju dnevnu amplitudu temperature, uz zahlađenje i porast tlaka zraka. Iako su ove korelacije nesigurne, rezultati gledani zajedno mogu upućivati na zaključak da se radi o hladnim, vedrim i suhim zimskim anticiklonalnim situacijama. To potvrđuje i veza astmatičnih napadaja s tipovima vremena (Zaninović, 1999). Za čitav hladni dio godine, povezanost astmatičnih napadaja s niskim temperaturama još je očita. Negativni korelacijski koeficijenti pojavljuju se za sve temperaturne parametre, a za jedan, dva i tri dana nakon dana s mnogo astmatičnih napadaja oni su i značajni. Povezanost s hladnim razdobljima potvrđuju i negativni korelacijski koeficijenti s indeksom osjeta ugodnosti TWH. Utjecaj visokog tlaka zraka, zahlađenja i porasta tlaka zraka u sedmodnevnim razdobljima oko dana s mnogo astmatičnih napadaja izrazitiji su nego zimi.

Ljeti su veze između temperature zraka i astmatičnih napadaja slabije nego zimi. Ipak, iako nesigurne, one su početkom sedmodnevnog razdoblja oko dana n , dakle u danima koji prethode povećanom broju astmatičnih

napadaja negativne, a korelacijski su koeficijenti najveći za minimalne temperature. U danu n korelacije između srednje i maksimalne temperature zraka postaju pozitivne, iako i nadalje nesigurne, a negativni koeficijenti s minimalnim temperaturama mali su. Sudeći prema ostalim meteorološkim parametrima, povećanom broju astmatičnih napadaja pogoduju veća dnevna amplituda temperature, niska relativna vlažnost zraka, jače strujanje, visoki tlak zraka i dulje trajanje sijanja sunca, zatopljenje i stabilna atmosfera. Treba međutim uočiti da posljednjih dana razdoblja (u danima $n+2$ i $n+3$) koeficijenti korelacije za većinu meteoroloških parametara mijenjaju predznak, što ukazuje na promjenu vremena (pad temperature, smanjenje amplitude temperature, pad tlaka i kraće trajanje sijanja sunca). Iako je većina tih koeficijenata nesigurna, njihova kombinacija ukazuje na to da povećanom broju astmatičnih napadaja ljeti pogoduju anticiklonalna razdoblja s visokim temperaturama nakon kojih slijedi promjena vremena. To je u skladu s rezultatom istraživanja veze astmatičnih napadaja i tipova vremena (Zaninović, 1999).

Veze između astmatičnih napadaja i meteoroloških parametara u prijelaznim su godišnjim dobima izražene slabije nego zimi i ljeti, posebno korelacije s temperaturnim parametrima. To i ne iznenađuje, s obzirom na velik raspon temperatura koje se u tim sezonama pojavljuju. Zbog nesigurnosti većine koeficijenata korelacije svaki bi eventualni zaključak o vezi astmatičnih napadaja s parametrima vremena bio riskantan.

4. ZAKLJUČAK

Provedena analiza upućuje da su prema raspoloživim podacima korelacije astmatičnih napadaja s meteorološkim parametrima zimi, ljeti i u hladnom dijelu godine relativno jasne, dok u prelaznim godišnjim dobima i u toplom dijelu godine one ne upućuju na karakteristične osobine vremena nepovoljne za pojavu astmatičnih napadaja. Čini se da i zimi i ljeti povećanom broju astmatičnih napadaja pogoduju suhe anticiklonalne situacije. Zimi je u takvim situacijama hladno i nisu rijetke vrlo niske temperature zraka, dok su, nasuprot tome,

ljetne anticiklone često vrlo tople, a nakon njih dolazi do promjene vremena (hladna fronta).

Dobiveni rezultati slažu se s rezultatima dobivenim u svijetu. Nepovoljni utjecaj hladnog i suhog zraka na astmatičare tumači se poremećenim termoregulacijskim mehanizmom astmatičara i otežanim sposobnostima adaptacije na nagle promjene temperature ili iritacijom sluznice dišnih puteva kroz koje prolazi hladan zrak (Derrick, 1969). Hladan zrak može

imati efekt sušenja, jer se prolazom kroz dišne puteve zagrijava na temperaturu tijela i postaje nezasićen i suh. S druge strane, suhi će zrak, zbog vlage koju isparava sluznica i ovlažuje suhi zrak koji prolazi dišnim putovima, imati efekt hlađenja. I nepovoljan utjecaj visokih ljetnih temperatura na pojavu astmatičnih napadaja može se vjerojatno objasniti poremećenim termoregulacijskim mehanizmom astmatičnih bolesnika.

Tablica 1. Koeficijenti korelacije između meteoroloških parametara i učestalosti otežanih astmatičnih napadaja u danima oko dana n s mnogo astmatičnih napadaja ($>\bar{x} + \sigma$). Sjenčanja označavaju koeficijente signifikante na nivou signifikantnosti 0.05 (svjetlo) odnosno 0.01 (tamno), Zagreb, 1984.

Table 1. Correlation coefficients between meteorological parameters and frequencies of weighted asthmatic attacks in the days around day n with a lot of asthmatic attacks ($>\bar{x} + \sigma$). Shadings denote the significant correlation coefficients at level 0.05 (light) and 0.01 (dark), Zagreb, 1984.

	n-3	n-2	n-1	n	n+1	n+2	n+3
ZIMA (WINTER)							
t	0.19	0.05	-0.11	-0.56	-0.50	-0.72	-0.55
t _{maks}	0.34	-0.03	-0.09	-0.45	-0.54	-0.75	-0.39
t _{min}	0.01	0.25	-0.09	-0.45	-0.38	-0.59	-0.29
t _A	0.34	-0.16	-0.05	0.23	-0.09	-0.33	-0.05
U	-0.30	-0.34	-0.43	-0.32	0.01	0.14	0.28
v	0.26	0.32	0.35	0.05	-0.25	-0.35	-0.56
p	0.40	0.47	0.49	0.52	0.56	0.60	0.66
S	0.51	-0.15	0.37	0.30	0.36	0.12	-0.29
dt/dz	-0.37	0.30	0.16	0.13	0.19	-0.07	0.12
dt		-0.17	-0.17	-0.49	-0.20	-0.18	0.39
dp		0.04	0.30	-0.14	0.11	0.27	0.30
TWH	-0.19	-0.28	-0.34	-0.40	-0.21	0.07	0.34
HLADNI DIO GODINE (COLD PART OF THE YEAR) (X-III)							
t	-0.04	-0.16	-0.26	-0.38	-0.51	-0.55	-0.48
t _{maks}	-0.02	-0.21	-0.28	-0.36	-0.48	-0.46	-0.42
t _{min}	-0.19	-0.06	-0.27	-0.44	-0.46	-0.59	-0.43
t _A	0.18	-0.29	-0.18	-0.05	-0.29	-0.14	-0.22
U	-0.37	-0.29	-0.23	-0.25	0.01	0.11	0.18
v	0.32	0.28	0.25	0.33	-0.15	-0.19	-0.35
p	0.06	0.32	0.27	0.34	0.45	0.41	0.35
S	0.20	-0.22	-0.22	-0.09	-0.15	-0.19	-0.19
dt/dz	-0.02	0.05	0.01	-0.28	0.18	0.02	0.17
dt		-0.30	-0.34	-0.33	-0.31	-0.16	0.25
dp		0.32	0.04	0.09	0.11	-0.07	-0.08
TWH	-0.21	-0.29	-0.32	-0.46	-0.39	-0.28	-0.20

Tablica 1. Nastavak

Table 1. continued

LJETO (SUMMER)							
t	-0.39	-0.12	-0.08	0.12	0.36	0.33	-0.11
t _{maks}	-0.24	0.06	-0.09	0.29	0.50	0.13	-0.40
t _{min}	-0.25	-0.50	-0.19	-0.10	-0.06	0.23	0.49
t _A	-0.03	0.58	0.11	0.31	0.53	-0.03	-0.64
U	-0.10	-0.34	-0.10	-0.45	-0.57	-0.45	0.06
v	0.40	0.21	0.03	-0.10	0.32	0.57	0.08
p	0.15	0.20	0.19	0.40	0.18	-0.21	-0.48
S	-0.16	0.55	-0.04	0.40	0.54	-0.26	-0.70
dt/dz	-0.32	0.15	0.27	0.05	0.09	0.28	-0.52
dt		0.47	0.08	0.31	0.38	-0.08	-0.51
dp		0.00	-0.11	0.47	-0.22	-0.69	-0.16
TWH	-0.42	-0.18	-0.09	0.12	0.31	0.13	-0.12

Legenda (Legend):

t	srednja dnevna temperatura zraka (mean daily temperature)
t _{maks}	maksimalna dnevna temperatura zraka (maximum daily temperature)
t _{min}	minimalna dnevna temperatura zraka (minimum daily temperature)
t _A	amplituda temperature (daily temperature range) ($t_{maks} - t_{min}$)
U	srednja dnevna relativna vlažnost zraka (mean daily relative humidity)
v	srednja dnevna brzina vjetra (mean daily wind speed)
p	srednji dnevni tlak zraka (mean daily air pressure)
S	trajanje sijanja Sunca (insolation)
dt/dz	promjena temperature s visinom, stabilnost atmosfere (vertical temperature gradient, stability of the atmosphere)
dt	interdiurne promjene srednje dnevne temperature zraka (interdiurnal temperature changes) ($t_{n-2} - t_{n-3}$)
dp	interdiurne promjene srednjeg dnevnog tlaka zraka (interdiurnal air pressure changes)
TWH	indeks osjeta ugodnosti (thermal comfort)

LITERATURA

- Aihara, M.; H. Aihara, 1996: Influence of meteorological factors on bronchial asthma deaths. *Proceedings of the 14th International Congress of Biometeorology*, 1–8 September 1996, Ljubljana, **Part 3**, 11–16.
- Derrick, E.H., 1969: The Short-term Variation of Asthma in Brisbane: Its Relations to the Weather and other Factors. *Int. J. Biometeorol.*, **13**, 295–308.
- Goldstein, J.F., 1980: Weather Patterns and Asthma Epidemics in New York City and New Orleans, USA. *Int. J. Biometeorol.* **24**, 32–340.
- Ito, S., H. Kondo, T. Kawaoi, *et al.*, 1989: Out breaks of asthma attack and meteorological parameters. – By multivariate analysis. *Are-rugi*, **38**, 1077–1083.
- Ito, S., H. Takashima, B. Kim, S. Kudo, T. Oze-ki, 1999: Meteorological factors which correlate with asthmatic attacks – temperature change and burst of attacks. *Proceedings of the 15th International Kongres of Biometeo-*

- rology and International Conference on Urban Climatology*, CD (ICBPO1.10).
- McGregor, G.R., S. Walters, J. Wordley, 1996: Winter airmass types and hospital respiratory admissions in Birmingham, UK. *Proceedings of the 14th International Congress of Biometeorology*, 1–8 September 1996, Ljubljana, **Part 3**, 121–133.
- Millqvist, E., B. Bake, U. Bengtsson, O. Lowhagen, 1995: A breathing filter exchanging heat and moisture prevents asthma induced by cold air. *Allergy*, (**50**) **3**, 225–228.
- Pleško, N. i drugi, 1994: Astma i kronični bronhitis, priručnik za bolesnike. *Min. znanosti*, 98 str.
- Tromp, S. W., 1957: Recent Studies on the Possible Biometeorological Periodicity of Asthma Attacks and of Mental Diseases in the Netherlands. *I Bioclimatological Congress*, Vienna, 23–27. September, 1–18.
- Tromp, S. W., 1963: *Medical Biometeorology*. Elsevier Publishing Comp., Amsterdam, 991 str.
- Tromp, S. W., 1977: Progress in Biometeorology. *Swets and Zeithlinger*, **Vol 1. Part II**, Amsterdam, 416 str.
- Tromp, S. W., 1980: *Biometeorology*. Heyden, 346 str.
- Tromp, S. W., J. Bouma, 1965: Effect of Weather in Asthmatic Children in the Eastern Part of the Netherlands. *Int. J. Biometeorol.*, **9**, 233–238.
- Zaninović, K., 1999: The influence of weather on the asthmatic attacks in children. *Biometeorology and Urban Climatology at the Turn of the Millenium, Selected Papers from the Conference ICB-ICUC'99*, Sydney, 8–12 November 1999, 123–126.

LITERATURA

- Aburat, M.; H. Akbar, 1996: Influence of meteorological factors on bronchial asthma deaths. *Proceedings of the 14th International Congress of Biometeorology*, 1–8 September 1996, Ljubljana, Part 3, 11–16.
- Bertick, E. H., 1969: The Short-term Variation of Asthma in Brisbane: Its Relations to the Weather and other Factors. *Int. J. Biometeorol.*, **13**, 295–308.
- Goldstein, I. F., 1980: Weather Patterns and Asthma Epidemics in New York City and New Orleans, USA. *Int. J. Biometeorol.*, **24**, 325–340.
- Im, S., H. Kondo, T. Kawano, et al., 1989: Outbreaks of asthma attack and meteorological parameters - by multivariate analysis. *Int. J. Biometeorol.*, **33**, 1077–1083.
- Im, S., H. Takashima, H. Kim, S. Kudo, T. Ozeki, 1999: Meteorological factors which correlate with asthmatic attacks - temperature change and burst of attacks. *Proceedings of the 13th International Congress of Biometeorology*, 1–8 September 1999, Ljubljana, Part 3, 121–133.