

## Effetti di metalli pesanti, contaminati da armi, sulla salute di neonati 2006-2019, Gaza, Palestina

### *Effects of heavy metals, weaponry contaminants, on newborn health - 2006-2019, Gaza, Palestine*

#### Riassunto

Dal 2011 al 2019 abbiamo studiato gli effetti della contaminazione da metalli pesanti, introdotti nell'ambiente da armi, sulla salute alla nascita a Gaza, Palestina, dimostrando che nel tempo è aumentata la prevalenza di difetti congeniti maggiori (BD) e nascite pretermine (P). Gaza è stata zona di ripetuti attacchi militari durante questi anni. Investigando la contaminazione da metalli pesanti residuati di armi abbiamo individuato nel livello di assunzione in modo acuto e cronico da parte delle donne partorienti la possibile causa di eventi negativi alla nascita. Dalla indagine dei contaminanti presenti nei capelli dei neonati, indichiamo come possibili responsabili di questi eventi negativi durante la gravidanza alcuni dei metalli perché sono presenti a più alto livello specificamente nei neonati con difetti congeniti o in quelli pretermine rispetto a quelli normali. Con questi studi documentiamo anche il retaggio negativo a lungo termine delle operazioni militari che determinano esposizione ed assunzione cronica da parte della popolazione di livelli nocivi di metalli pesanti, che induce un calo della salute riproduttiva nel tempo; è realistico credere che questa contaminazione abbia anche il potenziale di avere effetti gravi sulla salute in generale, sia rispetto alla prevalenza di malattie non comunicabili che allo sviluppo di ceppi batterici metallo e antibiotico resistenti.

**Parole chiave:** registro nascite; assunzione acuta e cronica di metalli pesanti derivati da armi; studio diacronico

#### Abstract

*From 2011 to 2019, we studied the effects of heavy metal contamination introduced into the environment by weapons on the health at birth in Gaza, Palestine.*

*We report that the prevalence of major structural birth defects (BD) and preterm births (P) increased over time. Gaza has been the area of repeated military attacks during these years. Investigating the contamination of mothers with heavy metal residues from weapons, we identified the possible cause of negative birth events is the level of their acute and chronic intake by women. From the investigation of the contaminants present in the hair of the newborns, we conclude that some of the metals that are present at higher level specifically in the newborns with congenital or preterm defects than in the normal ones and indicate them as possible responsible for these adverse events during pregnancy. With these studies we also document the long-term legacy of military operations which determine chronic population exposure and intake of harmful levels of heavy metals and that these contaminants lead to a decline in reproductive health over time; it is realistic to believe that they also have the potential to have serious effects on general health, both with respect to the prevalence of non-communicable diseases and the development of metal and antibiotic resistant bacterial strains.*

**Keywords:** *birth register; acute and chronic intake of heavy metals, war remnants; diachronic study*

#### ■ Introduzione

Gaza, in Palestina, è dal 2007 è sotto blocco militare imposto da Israele che controlla sia il passaggio di beni materiali e medicali sia quello delle persone, in modo così stretto da essere considerata una prigione a cielo aperto dall'ONU<sup>1</sup>. La popolazione, ora di 2.3 milioni è residenziale in senso stretto, data quasi impossibilità di uscire, la povertà e la limitazione dello spazio e dei materiali per costruire/ricostruire. A diverse riprese nel post-attacchi, i resi-

PAOLA MANDUCA\*  
NABIL BARQUONI\*\*

\*Genetista, NWRG (newweapons research group)-  
odv, Genova, Italia  
\*\*Pediatria, Coordinatore del Gruppo nazionale salute  
neonatale, Gaza, Palestina

Per corrispondenza:  
paolamanduca@gmail.com

dui delle distruzioni e delle armi sono stati a lungo nei siti dove erano avvenuti gli attacchi e poi dispersi con vari metodi, inclusa la polverizzazione delle strutture distrutte per riusarne i materiali.

Su Gaza gli attacchi aerei sono iniziati nel 2006 e, oltre ai frequenti ma più limitati bombardamenti successivi, durante i nostri studi ci sono stati eventi militari di grande intensità e devastanti per le vite, la vivibilità, le infrastrutture e l'ambiente nel 2009, 2012, 2014, (in seguito, ed ad oggi, ci sono stati altri attacchi importanti nel 2021, 2022, 2023). Qui sotto il numero delle vittime, dei feriti e dei danni alle abitazioni civili nel periodo degli studi. Le macerie degli attacchi nel 2014 sono state rimosse solo dalla meta del 2016 in poi.

	Dec 2008- Jan 09	Nov-12	July -Aug 2014
Duration (days)	22	8	55
Palestinians killed	1409	174	2251
children killed	348	32	551
injured	5380	1000	11231
Houses damaged/destroye	14000	2174	18000

Si era data "prova di fatto" in precedenza<sup>2</sup> che le armi utilizzate a Gaza nel 2009 veicolano nelle ferite e diffondono nell'ambiente metalli pesanti che vi permangono per anni (non è noto per quanti anni), creando una situazione di contaminazione diffusa, e che dall'ambiente sono assorbiti dai viventi determinando esposizione cronica per le persone. Tra questi metalli ci sono carcinogeni, teratogeni e metalli tossici.

Gli effetti sulla salute riproduttiva sono un indicatore precoce di effetti negativi sulla salute generale e nel contesto di Gaza, in assenza di un previo di registro delle nascite e dei tumori, e viste le note caratteristiche teratogene di alcuni dei contaminanti introdotti dalle armi, i nostri studi sono stati rivolti a stabilire attraverso la registrazione alla nascita se questi contaminanti possano avere un effetto nocivo sull'esito delle gravidanze e la salute dei neonati, mentre parallelamente abbiamo quantificato la contaminazione da metalli delle madri e neonati.

Come premessa degli studi qui riportati sulla salute alla nascita condotti nel corso di 9 anni, avevamo già dimostrato con studio retrospettivo<sup>3</sup> che dal 2006 al 2010, a cavallo del primo grande attacco militare su Gaza nel 2009 era aumentata la prevalenza di bambini nati con malformazioni, e verificato che bambini esposti ad attacchi militari avevano un livello elevato di metalli nei loro capelli 10 mesi dopo gli attacchi stessi.

Qui riportiamo

1- la correlazione tra esposizione obiettivamente documentata ad attacchi militari e prevalenza di difetti congeniti, dal 2011 al 2019.

2- la correlazione tra esposizione obiettivamente documentata ad attacchi militari e la contaminazione da metalli pesanti di partorienti, tra 4 e 6 mesi dopo gli attacchi del 2014.

3- la associazione tra contaminazione da metalli pesanti in seguito ad esposizione cronica a residui di armi ed eventi negativi alla nascita (nascite pretermine, nati prima di 37 e dopo 27 settimane di gestazione e nati con difetti congeniti), per esempio nel 2016.

4- la diffusione nel tempo nell'ambiente dei metalli pesanti, che risulta in una elevata contaminazione cronica da residui di armi nelle partorienti ed il permanere di livelli elevati di danni alla nascita, ad iniziare dal 2011.

5- la identificazione dei metalli pesanti che sono di rilevanza in associazione con i diversi effetti negativi sulla salute riproduttiva.

## ■ Metodi

Abbiamo riportato in dettaglio in precedenti pubblicazioni (1,5) i metodi usati per la registrazione alla nascita con un questionario sviluppato ad hoc che include indagini sulla familiarità e sulle esposizioni a potenziali fattori ambientali di rilevanza, le modalità usate per le verifiche obiettive delle esposizioni a eventi bellici, i metodi analitici per la misurazione dei metalli nei capelli di partorienti e neonati e quelli statistici. Abbiamo escluso che siano rilevanti alla contaminazione delle madri o all'esito alla nascita fattori di esposizione nella vita civile.

## ■ Risultati

1- C'è correlazione tra esposizione ad attacchi militari nel 2009 riportata dalle madri, ed obiettivamente documentata con riscontro sulle mappe dell'UN Mine Action, e la prevalenza di progenie con difetti congeniti nata da loro nel 2011. Nella larga maggioranza dei casi (>90%) le donne non hanno cambiato residenza dal 2009, anche quando le loro case hanno subito dei danni. Figura 1

2- C'è correlazione tra esposizione delle madri, obiettivamente documentata fotograficamente, ad attacchi militari nel 2014 e la contaminazione da metalli pesanti accumulati nei capelli delle donne e misurata tra 6 e 9 mesi da questi attacchi. Figura 2

Dunque, la esposizione recente diretta agli attacchi mi-

exposure	total number	not exposed		exposed to WP		bombed		WP & bombed	
		number	prevalence (95%CI)	number	prevalence (95%CI)	number	prevalence (95%CI)	number	prevalence (95%CI)
normal	2,933	2894	98.3 (98-99)	49	1.7 (1-2)	NA		NA	
BD	44	19	43.1 (29-58)	12	27.2 (14-40)	9	20.4 (9-32)	8	18.2(6.8-29.6)
overall	2977	2913	97.5 (97-98)	61	2.0 (2-3)	NA		NA	

**Figura 1:** Prevalenza dei nati con difetti congeniti (BD) a madri con diverso tipo di esposizione ad attacchi o non esposte. Esito del registro alla nascita del 2011. Sono indicati i tipi di arma a cui le donne sono state esposte nel 2009; WP = munizioni a fosforo bianco. NA not registered.

Metal	Median exposure group 1	95% CI	Median exposure group 3	95% CI	Difference	p
Al	6.1	5.59 to 6.61	5.17	4.49 to 5.85	0.9299998	0.032
Fe	14.26	13.33 to 15.19	14.76	13.52 to 16	-0.5	0.527
Mg	518	476.47 to 559.53	436	380.7 to 491.3	82	0.02
Mn	0.77	0.69 to 0.85	0.58	0.48 to 0.68	0.19	0.004
Ba	5.45	4.62 to 6.28	3.79	2.69 to 4.89	1.66	0.018
As	0.077	0.07 to 0.08	0.059	0.05 to 0.07	0.018	0.007
Cd	0.0466	0.04 to 0.05	0.0429	0.03 to 0.05	0.0037	0.537
Co	0.05	0.04 to 0.06	0.04	0.03 to 0.05	0.01	0.087
Cr	0.67	0.59 to 0.75	0.58	0.47 to 0.69	0.09	0.2
Cu	12.7	11.88 to 13.52	12.8	11.71 to 13.89	-0.1000004	0.885
Hg	0.188	0.16 to 0.22	0.198	0.16 to 0.24	-0.01	0.677
Ni	0.65	0.56 to 0.74	0.46	0.34 to 0.58	0.19	0.01
Pb	1.59	1.32 to 1.86	1.43	1.07 to 1.79	0.1600001	0.479
Sr	48	44.06 to 51.94	45.4	40.16 to 50.64	2.599.998	0.436
Ti	0.27	0.24 to 0.3	0.22	0.19 to 0.25	0.05	0.024
U	0.13	0.11 to 0.15	0.177	0.15 to 0.2	-0.047	0.003
V	0.453	0.4 to 0.51	0.291	0.22 to 0.37	0.162	0.001
W	0.03	0.03 to 0.03	0.03	0.02 to 0.04	0	1
Zn	296.93	270.11 to 323.75	250.72	215 to 286.44	4,620.999	0.043

**Figura 2:** Paragone tra carico di metalli in madri esposte direttamente agli attacchi (group1) e quelle non esposte direttamente (group3). Concentrazione in ppm di metalli nei capelli di donne partorienti tra 6 e 9 mesi dagli attacchi militari del 2014. Al, aluminium; Fe, iron; Mg, magnesium; Mn, manganese; Ba, barium; As, arsenic; Cd, cadmium; Co, cobalt; Cr, chromium; Cs, cesium; Cu, copper; Hg, mercury; Ni, nickel; Pb, lead; Sr, strontium; Ti, titanium; U, uranium; V, vanadium; W, tungsten; Zn, zinc.

Analisi per regressione multipla sui valori mediani come funzione lineare della variabile indipendente "esposizione documentata". Valori evidenziati in giallo quando il gruppo delle madri esposte (group1) ha valori significativamente più alti ( $p < 0,05$ ) di quelle non esposte direttamente (group3). In verde è evidenziato il caso (U) dove è viceversa.

litari comporta l'assunzione a più elevato livello di molti metalli pesanti, noti componenti di armi.

3- C'è associazione tra contaminazione da metalli pesanti in seguito ad esposizione cronica a residui d'arma ed eventi negativi alla nascita (nascite pretermine e difetti congeniti). Nella figura 3A è mostrato che le donne residenti nel 2016 presso depositi di resti di guerra non rimossi degli attacchi militari avvenuti due anni prima sono più probabilmente madri di bambini con difetti congeniti (BD) o più spesso partoriscono pretermine. Figura 3A

% esito alla nascita secondo il sito di residenza	normale	P	BD
presso coltivazioni agricole	33,8	39,4	22,6
presso impianti fognari	16,3	18,2	13,4
presso fogne aperte	21,4	28,9*	34**
presso roghi di residui misti	6,3	5,7	11,3***

**Figura 3A :** Correlazione tra sito di residenza di madri intercettate al parto nel 2016 ed esito alla nascita.. Il numero dei neonati totale è 6469. Quello dei nati pretermine è 505, quello dei nati con difetti congeniti è 112. Le percentuali hanno come minimo denominatore per i nati pretermine 433, per i nati con difetto congenito 112, per i bambini normali 5500. Nessuna correlazione si è trovata analizzando l'esposizione delle madri ad attacchi militari nel 2014, o a prodotti chimici come pesticidi, insetticidi, fungicidi. \* $p < 0,001$ ; \*\* $p < 0,002$ ; \*\*\* $p < 0,001$

Nella figura 3B è mostrato il carico di metalli nei capelli delle partorienti registrate nel 2016. Le madri residenti in prossimità di resti di guerra (near) hanno valori più alti di alcuni metalli pesanti di quelle che ne vivevano lontane (not near). In particolare hanno livelli significativamente più elevati di bario e vanadio (tossicanti), di mercurio (teratogeno), e di cobalto (carcinogeno).

I neonati nel 2016 da queste madri, hanno diverso livello di contaminati a seconda se normali, con difetti congeniti o nati pretermine. come illustrato nella figura 3C.

metal		median	average	N	p value
Ba	near	7,79	30,7	25	0,0145
	not near	4,23	4,9	21	
Co	near	0,14	0,925	25	0,0137
	not near	0,11	0,24	21	
Hg	near	0,297	1,577	25	0,05
	not near	0,159	0,2	21	
V	near	0,908	1,147	25	0,0136
	not near	0,61	0,545	21	

**Figura 3B:** Carico di metalli in ppm nei capelli delle madri nel 2016. Campione totale 80. Sono mostrati solo i metalli che sono a livelli significativamente diversi tra i gruppi di madri con diversa residenza rispetto ai depositi di residui di guerra.

Metal	Ba	As	Cd	Cr	Hg	Sn	Sr	Ti	U	v
BD	0,178	0,0066	0,00278	0,1033	0,4909	0,06	1,37	1,59	0,0005	0,0056
P	1,0997	0,0443	0,0339	1,7351	0,3027	0,4162	2,482	0,6561	0,0071	0,041

**Figura 3 C:** Carico di metalli in ppm nei capelli dei neonati a seconda del loro fenotipo alla nascita. Campione totale 60, anno 2016. I valori medi del carico di metalli sono mostrati per i neonati con difetti congeniti e pretermine. Sono evidenziati in giallo i valori più elevati (maggiori di 1,5 volta) nel paragone tra questi due gruppi. Sono qui riportati solo quei metalli i cui valori sono più elevati in uno dei gruppi rispetto a quelli trovati nei neonati normali. BD difetto congenito, P pretermine.

year	2011		2016		2017		2018-19		p value overall	p value 2011 vs 2016	p value 2011 vs 2017	p value 2011 vs 2018-19	p value 2016 vs 2018-19
	n	%	n	%	n	%	n	%					
Preterm	45	1,1	482	7,9	126	5,9	360	7,6	<0.000	<0.000	<0.001	<0,001	0,509
BD	44	1,4	108	1,73	35	1,63	78	1,9	0,02	0,00714	0,09038	0,028	0,597
Total born	4049		6104		2148		4767						

**Figura 4:** Prevalenza di BD e P nel tempo dal 2011 al 2019; paragone tra registri alla nascita negli anni presi in considerazione. In ciascun anno sono stati registrati tutti i neonati in sequenza. n = numero dei casi registrati in ciascun gruppo ed accanto la percentuale sul totale dei nati di quelli con BD e quelli pretermine. Evidenziati in blue sono i valori di P < 0,1, considerati significativi nel paragone della prevalenza dei casi.

Con l'esclusione di titanio, che non era stato testato allora, nei neonati del 2011 con difetti alla nascita era stato riportato un livello più alto che nei neonati normali di mercurio, e in quelli nati pretermine per bario e stagno.

4- Nell'arco degli anni dal 2011 al 2019 sono aumentate, come riportato nella figura 4, sia difetti congeniti che le nascite pretermine. Figura 4

Tra il 2011 ed il 2017 si riscontra aumento significativo della prevalenza di difetti congeniti e nascite pretermine; i valori rimangono attestati stabilmente dal 2017 in poi, ad un livello più elevato che nel passato.

5- In parallelo alla registrazione delle nascite, durante gli anni 2015-2019 è stato misurato il livello metalli pesanti nei capelli delle partorienti, come mostrato nelle figure 5 A-B. Le donne hanno valori più elevati di molti metalli pesanti associati ad armamenti a partire dall'immediato dopoguerra del 2014 quando paragonati a quelli di campioni di capelli da zone non belliche. Figura 5

I valori medi nel pannello B riflettono meglio dei

valori 95 percentili, la diffusione della contaminazione nel tempo. Essi mostrano l'aumento significativo dal 2015 al 2018-19 di As, Cd, Co, Cr, Sr, Ti, U e V (evidenziati in rosa); e la diminuzione, ma solo nel 2018-19 di Hg and Mo, e quella di Se dal 2016 (evidenziati in verde); Ba rimane allo stesso livello nel tempo.

Dunque, molti dei metalli pesanti, associati all'uso di armi, sono a livelli più elevati nelle madri a Gaza che in altre zone non di guerra, ed, avendo escluso usando il questionario dettagliato usato alla nascita, altre fonti di contaminazione da metalli derivanti da attività civili e in assenza di possibili confondenti, questi elevati livelli sono da attribuire alla esposizione acuta ad attacchi e quella cronica a residui di arma.

5-La identificazione dei metalli pesanti che si trovano associati al fenotipo dei neonati.

Il carico di metalli nei capelli dei neonati è stato testato quando possibile, cioè molto spesso perché quasi sempre i neonati avevano abbastanza capelli alla nascita. Alcuni dei metalli evidenziati nelle madri in asso-

Year	2015		2016		2018-19		Ref.
	95th pc	95% CI	95th pc	95% CI	95th pc	95% CI	
Ba	29.69	24.0-49.1	44.6	31.9-1871	29.9	17.6-1600.	<4.64
As	0.234	0.20-0.27	0.463	0.193-30.6	0.456	0.369-11.6	<0.2
Cd	0.24	0.2-0.3	0.66	0.43-1.2	0.97	0.50-2.6	<0.2
Co	0.57	0.37-0.76	1.68	0.99-6.8	13.1	1.7-33.0	0.01-0.30
Cr	2.91	2.53-3.3	3.73	2.7-12.1	4.4	3.3-7.4	0.01-0.20
Hg	1.63	1.1-4.8	2.16	0.94-20.5	0.76	0.26-22.4	<0.6
Mo	0.26	0.21-0.32	0.22	0.12-0.41	0.08	0.07-0.214	0.03-1.00
Se	0.88	0.86-0.95	0.75	0.51-9.1	1.16	0.88-26.1	0.40-1.70
Sr	136	122.3-160	201	109.8-436	166	124.3-418	0.65-6.90
Ti	0.82	0.73-1.0	2.75	1.5-5.6	3.1	1.7-6.1	<1.50
U	0.53	0.46-0.68	0.41	0.29-0.93	0.54	0.36-1.7	<0.10
V	1.4	1.26-1.56	1.8	1.3-6.5	1.4	1.1-2.0	0.01-0.20

A

year	2015 (N = 502)		2016 (N = 78)		2018-19 (N = 64)		p
	Median	IQR	Median	IQR	Median	IQR	
Ba	4.8	2.5-10.3	5.6	3.7-12.2	6.9	3.2-11.3	0.056
As	0.07	0.04-0.12	0.05	0.03-0.09	0.16	0.04-0.25	<0.001
Cd	0.05	0.02-0.09	0.15	0.07-0.23	0.14	0.09-0.23	<0.001
Co	0.05	0.02-0.13	0.11	0.04-0.20	0.20	0.07-0.63	<0.001
Cr	0.67	0.33-1.2	1.2	0.69-1.9	1.2	0.70-2.2	<0.001
Hg	0.19	0.10-0.35	0.29	0.13-0.44	0.01	0.0-0.08	<0.001
Mo	0.06	0.04-0.11	0.06	0.03-0.08	0.02	0.0-0.04	<0.001
Se	0.65	0.54-0.74	0.33	0.20-0.45	0.42	0.28-0.58	<0.001
Sr	49.2	32.0-75.0	51.1	36.2-76.1	66.5	44.4-89.3	0.018
Ti	0.26	0.16-0.41	0.59	0.28-0.92	0.34	0.04-0.69	<0.001
U	0.15	0.09-0.27	0.12	0.07-0.20	0.15	0.06-0.27	0.041
V	0.43	0.19-0.74	0.70	0.41-1.1	0.64	0.37-0.98	<0.001

B

**Figura 5: A)** I valori del 95 percentile di 12 metalli tossici nei capelli delle donne partorienti registrate negli anni 2015-2019 sono paragonati a valori di standard in zone non belliche (Ref, in rosso). Evidenziati in blu sono i valori significativamente più elevati nelle donne a Gaza che nei controlli. Per titanio ed arsenico i valori di 95percentile sono più elevati dei controlli solo dal 2016.

**B)** Paragone tra valori medi della concentrazione di metalli tra le partorienti nel tempo e significanza delle variazioni.

Metal	babies 2011		babies 2016	
	BD (48)	P (9)	BD (28)	P (30)
Ba	0,74	1,07	0,178	1,099
As	ND	ND	0,0066	0,034
Cd	0,03	0,08	0,0028	0,034
Cr	0,41	0,75*	0,103	1,735
Hg	0,93	0	0,49	0,3
Sr	ND	ND	1,37	2,48
Ti	NT	NT	1,59	0,65
U	ND	ND	0,0005	0,0071
V	ND	ND	0,005	0,041

\* lower than normal babies

**Figura 6:** Analisi comparativa del contenuto metalli nei capelli di neonati con difetti alla nascita o pretermine negli anni 2011 e 2016. I metalli sono riportati, quando almeno in uno dei gruppi, BD o P, i loro valori mediani sono diversi dal gruppo di controllo dei neonati normali. ND nessuna differenza significativa dai controlli, neonati normali. NT non testato; in blue i valori significativamente più elevati nel paragone tra i gruppi BD e P in ciascun anno. \*Per il cromo, i valori nei BD e P sono diversi tra loro nel 2011, ma non eccedono quelli dei neonati normali.

ciazione con esito negativo sulla salute alla nascita dei bambini sono stati evidenziati a livello più elevato nei neonati con difetti congeniti, altri in quelli nati pretermine, sia nei neonati del 2011 che in quelli del 2016. Figura 6

Nel 2016, come già nel 2011, si sono trovate concentrazioni più elevate che nei neonati normali per metalli specificamente associati a diversi eventi negativi alla nascita. In entrambe gli anni per i nati pretermine: bario e cadmio - inoltre nel 2016 anche arsenico, cromo, stronzio, uranio e vanadio risultano più elevati in questo gruppo. Per i neonati con difetti alla nascita mercurio è sempre (2011 e 2016) più elevato che in neonati pretermine o normali -inoltre nel 2016 essi hanno anche un livello più elevato di titanio.

## ■ Discussione

L'elevato livello di metalli pesanti e l'incremento dopo attacchi militari come pure la contaminazione permanente riguarda tutte le donne a Gaza mentre, come visto sopra, l'accumulo dovuto ad esposizione cronica è maggiore nelle madri che vivevano vicino a depositi di materiali residuati bellici e livelli più alti di metalli in queste madri corrispondono a più elevata frequenza di progenie con difetti congeniti o nati pretermine.

La stabilità residenziale delle donne a Gaza ha permesso di verificare obiettivamente le esposizioni ad attacchi da loro riportate, non solo nel caso di esposizione acuta, verificando obiettivamente la loro testimonianza, ma anche cronica ed ha reso possibile conoscere la durata di quest'ultima.

Il ruolo genotossico/teratogenico di alcuni metalli pesanti, come il mercurio ritrovato in quantità elevata specificamente nei bambini con difetti congeniti nel 2011 e 2016, nell'induzione di difetti congeniti è stato riportato precedentemente in umani in contesti industriali, ed in ambito non umano. Nel 2016 anche il titanio è se-

lettivamente alto nei neonati con difetti congeniti; non sappiamo se agisca sinergicamente al mercurio o per se. Il bario ed il cadmio sono invece presenti ad alte concentrazioni selettivamente nei nati pretermine sia nel 2011 che nel 2016, ma nel 2016 ci sono altri metalli ad alto livello in questi neonati; anche per questi non sappiamo se abbiano un ruolo sinergico o agiscano per se come tossicanti. Il fatto che il pattern dei contaminanti specificamente associati ai diversi fenotipi negativi nel 2016 sia più complesso che nel 2011 è probabilmente dovuto al fatto che il tipo di attacchi, oltre che aereo anche da terra e dal mare, e quindi i tipi di armi utilizzate nel 2014 sono state diverse che nel 2009.

L'interpretazione dei cambiamenti della salute riproduttiva e della contaminazione umana derivata da resti di armi verificati lungo 9 anni a Gaza insieme alle informazioni raccolte sull'impatto degli eventi militari distruttivi, le modalità e i tempi della rimozione delle infrastrutture e degli alloggi distrutti, l'impossibilità di movimento delle persone e dei detriti della distruzione fuori dall'area, tutti fatti accuratamente riportati anche da UN e UNWRA in un'enclave così piccola come Gaza, ci portano alla conclusione inequivocabile che gli interventi armati hanno un impatto a lungo termine sulla salute riproduttiva determinando un aumento degli eventi negativi.

I contaminanti metallici persistono nel tempo e si diffondono nell'ambiente determinando un livello di contaminazione umana cronica sufficientemente elevato da indurre uno stato stazionario più elevato di eventi negativi per la salute riproduttiva, che a Gaza si stabilizza entro 3 anni dall'ultimo grave attacco registrato nel periodo di studio.

Molte osservazioni di fonte medica segnalano che a Gaza sono aumentate negli ultimi anni anche malattie croniche e tumori, anche tumori giovanili e infantili, potenzialmente suscettibili di induzione da metalli pesanti tossicanti e carcinogeni come quelli identificati qui nella popolazione femminile in età riproduttiva; così pure la prevalenza di infezioni da ceppi resistenti agli antibiotici è aumentata; questi ultimi ceppi spesso sono doppiamente resistenti anche ai metalli pesanti e possono quindi essere selezionati favorevolmente in un ambiente che ne sia ricco. Questi aspetti della salute pubblica sono in corso di indagine o si spera che possano esserlo presto.

Il quadro è ancora preoccupante a Gaza dove nel tempo intercorso dal 2019 ci sono stati altri pesantissimi attacchi militari nel 2021 e 2023, e la nostra documentazione ha implicazioni per tutti i paesi su cui queste armi sono state usate anche con ancor maggiore continuità che su Gaza negli ultimi 20 anni o poco più, p.e. Afghanistan, Iraq, Siria e Yemen.

Gli studi condotti sulla salute riproduttiva a Gaza con la metodicità che ha permesso di giungere alle conclusioni sopra riportate purtroppo non sono (o sono stati) realizzabili in altri paesi che emergono da guerre o lo sono ancora, e questo non solo per la difficoltà di accesso e la durata maggiore degli attacchi ma perché in questi paesi lo spostamento delle popolazioni è sta-

to ed è estensivo e le strutture sanitarie sono state, e sono, spesso in grande difficoltà a monitorare la salute riproduttiva in modo regolare. Inoltre, è quasi impossibile ritracciare correlazioni tra esposizione specifiche delle madri e documentarle obiettivamente, e determinare la correlazione tra queste e la contaminazione delle stesse e dei loro neonati. Comunque, in modo non sistematico è riportato da tutti i paesi delle guerre del ventesimo secolo l'aumento dei difetti congeniti, di nascite pretermine, di sterilità maschile, e di malattie non comunicabili, come pure di infezioni da batteri antibiotico resistenti.

Altri contesti civili presenterebbero certamente la possibilità di studiare gli effetti della contaminazione da metalli pesanti sulla salute riproduttiva, per esempio in sede industriale, anche se tradizionalmente e storicamente, quando si tratta di esposizioni sul luogo di lavoro spesso il sub gruppo di popolazione esposto è relativamente ristretto numericamente e in maggioranza composto di uomini. Popolazioni più numerose e che includono donne in età riproduttiva potrebbero essere studiate in città industriali dove inquinazione da metalli è estesa, ma per ora non è stato pubblicato alcuno studio estensivo e analitico sugli effetti della contaminazione da metalli pesanti sulla salute riproduttiva che escluda potenziali confondenti.

*Questo lavoro è il prodotto di un ampio collettivo di medici, ostetriche, ricercatori ed esperti di statistica Palestinesi ed Europei. Tutti loro sono co-autori di precedenti pubblicazioni e a tutti loro si deve la pazienza lunga 9 anni per ottenere un quadro documentato degli effettori della salute riproduttiva umana, e di come 'l'uso di armi contemporanee abbia un impatto a lungo termine, ottenendo un quadro che si spera sia utile a prevenirne o rimediarne gli effetti negativi.*

## Bibliografia

- 1-<https://www.hrw.org/news/2022/06/14/gaza-israels-open-air-prison-15>
- 2-Skaik S, Abu-Shaban N, Abu-Shaban N, Barbieri M, Barbieri M, Giani U, Manduca P. Metals detected by ICP/MS in wound tissue of war injuries without fragments in Gaza. BMC Int Health Hum Rights. 2010 Jun 25;10:17.
- 3- Y. Abed, N.Al Barqouni, A. Naim and P.Manduca Comparative study of major congenital birth defects in children of 0-2 years of age in the Gaza strip, Palestine International Journal of Development Research 4, 2319-23, 2014
- 4-Manduca P, Al Baraquni N, Parodi S.Long Term Risks to Neonatal Health from Exposure to War-9 Years Long Survey of Reproductive Health and Contamination by Weapon-Delivered Heavy Metals in Gaza, Palestine. Int J Environ Res Public Health. 2020 Apr 8;17(7):2538.
- 5- P. Manduca, SY. Diab, SR. Qouta, NMA. Albarqouni, RL Punamäki A cross-sectional study of the relationship between the exposure of pregnant women to military attacks in 2014 in Gaza and the load of heavy-metal contaminants in the hair of mothers and newborns. BMJOpen 2017, 7(7):e014035. doi: 10.1136/bmjopen-2016-014035.
- 6- Manduca P, Naim A, Signoriello S. Specific association of teratogen and toxicant metals in hair of newborns with congenital birth defects or developmentally premature birth in a cohort of couples with documented parental exposure to military attacks: observational study at Al Shifa Hospital, Gaza, Palestine. Int J Environ Res Public Health. 2014 May 14;11(5):5208-23.